ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА НАУКОВА БІБЛІОТЕКА ІМ. В.Г. КОРОЛЕНКА

ВИНАХІДНИКИ І НАУКОВЦІ: РАЗОМ ДО ПЕРЕМОГИ

Матеріали науково-практичної конференції

18 вересня 2025 року

м. Харків

МІНІСТЕРСТВО КУЛЬТУРИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУКИ І ОСВІТИ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА НАУКОВА БІБЛІОТЕКА
ім. В. Г. КОРОЛЕНКА
ХАРКІВСЬКА ОБЛАСНА РАДА
ТОВАРИСТВА ВИНАХІДНИКІВ І РАЦІОНАЛІЗАТОРІВ УКРАЇНИ

ВИНАХІДНИКИ І НАУКОВЦІ: РАЗОМ ДО ПЕРЕМОГИ

Матеріали науково-практичної конференції

18 вересня 2025 р.

Харків 2025

УДК 001.895:339.166.5]:005.745"2025.09.19"]:027.021(477.54-25)ХДНБ](06)
В48

Упорядник: ***Прохорова Ганна Валеріївна***
Науковий редактор: ***Петренко Наталя Валентинівна***, директор ХДНБ ім. В. Г. Короленка, Заслужений працівник культури України

Затверджено до друку вченою радою
Харківської державної наукової бібліотеки ім. В. Г. Короленка
(протокол № 4 від 27.10.2025 року)

В48 **Винахідники і науковці: разом до Перемоги** : матеріали наук.-практ. конф., Харків, 18 верес. 2025 р. / М-во культури України, Департамент науки і освіти Харків. обл. держ. військ. адмін., Харків. держ. наук. б-ка ім. В. Г. Короленка, Харків. обл. рада Т-ва винахідників і раціоналізаторів України ; [упоряд. Г. В. Прохорова ; наук. ред. Н. В. Петренко]. – Харків, 2025. – 254 с.

Збірник містить доповіді та повідомлення науково-практичної конференції «Винахідники і науковці: разом до Перемоги», що відбулась 18 вересня 2025 року.

Видання адресоване фахівцям у сфері інтелектуальної власності, науковцям, винахідникам, які працюють у військовій, автотранспортній, екологічній галузях, а також може бути корисним студентам і викладачам закладів вищої технічної освіти, громадським діячам.

УДК 001.895:339.166.5]:005.745"2025.09.19"]:027.021(477.54-25)ХДНБ](06)

© Харківська державна наукова
бібліотека ім. В. Г. Короленка, 2025

ЗМІСТ

Прохорова Г. В. Сила інтелекту й творчості:
внесок українських науковців у перемогу (передмова) 6

Розділ 1. Інтелектуальна власність, інноваційний розвиток та організація наукової діяльності 10

Прохорова В. Г., Прохорова Г. В. Синергія заради майбутнього:
разом можемо більше..... 10

Васюта К. С., Рогуля О. Ю., Куренко О. Б., Рогуля О. В.
Обґрунтування підходів до формування та реалізації політики
у сфері інтелектуальної власності у вищому військовому
навчальному закладі..... 18

Ткачов М. М. Правовий механізм винахідництва 21

Копоть М. А. Проблеми у винахідників в Україні 26

Кобєлєва Т. О. Принципи комплаєнс у сфері винахідництва 29

Ткачова Н. П. Маркетингове забезпечення наукових розробок 34

Чернишенко О. І. Формування собівартості наукової продукції..... 38

Євсєєв А. С. Економіко-правові засади комерціалізації
військових технологій..... 43

Климентова М. В. Науково-методичні підходи до формування
ціни наукової продукції 49

Мирошник Т. О. Дослідження методів вартісного оцінювання
бренду університету 54

Перерва П. Г., Косенко С. А. Особливості маркетингу оборонних
інноваційних технологій..... 60

Пономарьов В. Д. Методи оцінювання ефективності інноваційної
діяльності підприємства 64

Розділ 2. Інженерія, техніка та оборонні технології 70

Кустов В. Ф., Семикрас А. І. Шляхи підвищення функціональної
безпечності електронних систем автоматизації та робототехніки..... 70

Афанасьєв К. А., Василенко Р. В. Використання термозбіжних
гільз для усунення пошкоджень систем електропостачання
повітряних суден 80

Сосунов О. О., Лазарєв О. В., Лазарєва О. О. Система автопідстроювання частоти потужного лампового автогенератора метрового діапазону радіохвиль 89

Ловська А. О., Діжо Я., Бучко М. Дослідження міцності контейнера типу хопер при експлуатаційних режимах 92

Мірошніченко С. В., Рильський А. О., Тютькін С. В. Методика оцінювання складу бетонних сумішей для 3D-друку при використанні подачі матеріалу за допомогою шнекових пар 95

Косуліна Н. Г., Косулін С. В. 3D-друковані протези як кейс успішної реалізації винаходів в умовах війни 100

Коломійцев О. В., Комаров В. М., Сайко В. Г. Шляхи вдосконалення процесу технічної експлуатації та ремонту бойової авіаційної техніки 109

Коломійцев О. В., Сайко В. Г., Комаров В. М. Застосування наукових розробок у сфері оборонних технологій для створення об'єктів зброї, військової та спеціальної техніки 118

Коломійцев О. В., Комаров В. М., Сайко В. Г. Обґрунтування можливості використання гіроскопів для збудження коливань крила літального апарату з власною частотою 127

Коломійцев О. В., Комаров В. М. Застосування інноваційних методів визначення параметрів надійності високонавантажених конструкцій бойових літаків 137

Сендецький М. М., Сащук С. І., Комаров В. М. Застосування БпЛА для діагностики та моніторингу технічного стану об'єктів залізничної інфраструктури в районах ведення бойових дій 146

Рубльов В. І., Демченко Я. В. Використання штучного інтелекту в БпЛА та інших напрямках військового мистецтва 155

Кобцев О. С., Чиж Д. М., Маслик В. С., Вартанян К. В. Нові можливості очищення орбіти від космічного сміття за рахунок БпЛА ... 163

Біда А. Г. Олександр Морозов і харківська школа танкобудування: традиції та інновації 173

Матюшенко О. С., Макарова О. П. Криміналістика майбутнього: роль наукових розробок оборонного сектору 180

Смирнов І. П. Метод визначення на місцевості замаскованих вогневих позицій 188

Дерев'янчук А. Й., Москаленко Д. Р., Супрун В. О., Луцик Р. В. Один із напрямків підготовки фахівців контролю якості оборонної продукції на основі інформаційних технологій 196

Лазута Р. Р., Бичковська О. В. Раціональні способи та особливості застосування технології Power Line Communication у військових підрозділах 201

Сащук С. І., Зінченко М. О. Метод комплексної оцінки ризику реалізації програми розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України в період повномасштабної війни 208

Розділ 3. Медицина, екологія та відбудова країни 216

Голданська А. В., Макаров В. В., Негодуйко В. В. Інноваційний магнітний інструмент у хірургії: розробка та впровадження 216

Демочко Г. Л., Робак І. Ю. Магнітний скальпель: вітчизняний винахід на службі військових медиків у ході війни за незалежність України 219

Конкін Д. В., Ващик Є. В. Сучасні концепції медико-профілактичного захисту особового складу Збройних Сил України від артроподних векторів 222

Стріляна А. В., Зозуля Є. В. Роль наукових розробок у сфері оборонних технологій: перспективи інтеграції інновацій у забезпечення національної безпеки 228

Кривицька І. А., Крайнюкрв О. М., Дяченко Л. Б. Зелені технології у відновленні інфраструктури України: екологічний вимір інновацій 236

Дьякова Н. М., Кобєлєв І. В. Інноваційні технології відновлення цивільної інфраструктури 241

Зайцев М. С., Савицький Я. А., Рудіч А. І., Пасічник М. О., Герасименко В. А. Комфортне освітлення як стратегічний елемент післявоєнної відбудови та розвитку міського середовища 245

УДК 001-051(477):[001.891+001.894]]"364"

СИЛА ІНТЕЛЕКТУ Й ТВОРЧОСТІ: ВНЕСОК УКРАЇНСЬКИХ НАУКОВЦІВ У ПЕРЕМОГУ (ПЕРЕДМОВА)

Прохорова Ганна Валеріївна,
завідувачка відділу науково-інформаційного
забезпечення інноваційних процесів
ХДНБ ім. В. Г. Короленка
Україна, м. Харків

Україна, на жаль, вже не перший рік потерпає від повномасштабної агресії та щоденних військових викликів. У таких умовах особливої ваги набуває консолідація науковців та винахідників, адже саме спільна інтелектуальна праця стає основою для вироблення нових ідей, створення винаходів і прийняття технологічних рішень, здатних наблизити нашу спільну Перемогу. Ці напрацювання мають значення не лише для потреб фронту, але й для розвитку медицини, енергетики, транспорту, екології, що забезпечує стійкість держави та підґрунтя для післявоєнного відновлення. Нині особливої ваги набуває розширення діалогу між науковцями та практиками, об'єднання їхніх зусиль і досвіду. Важливим осередком такої співпраці стала науково-практична конференція «Винахідники і науковці: разом до Перемоги», що проводилася 18 вересня 2025 р. у Харківській державній науковій бібліотеці ім. В. Г. Короленка. Захід, приурочений до Дня винахідника і раціоналізатора України, відбувся в онлайновому форматі за підтримки Департаменту науки і освіти Харківської обласної військової адміністрації (ХОВА) та Харківської обласної ради Товариства винахідників і раціоналізаторів України (ХОР ТВІР).

Конференція мала на меті представити науково-винахідницькій спільноті новітні розробки та шляхи розв'язання актуальних задач, над якими працюють насамперед слобожанські дослідники й практики. Учасники ділилися інноваційними ідеями та винаходами, що здатні зміцнити обороноздатність країни, підтримати тил та сприяти післявоєнному економічному відновленню.

До збірника увійшли доповіді та повідомлення представників провідних українських закладів вищої освіти, зокрема безпекового профілю, співробітників науково-дослідних лабораторій, авторів

оригінальних винаходів і фахівців у сфері патентознавства, а також молодих науковців, які становлять інтелектуальний потенціал майбутнього України.

Зі словами привітання до учасників конференції з нагоди Дня винахідника і раціоналазатора виступили головний спеціаліст Департаменту науки і освіти ХОВА Наталія Сухорукова, заступниця директора з автоматизації бібліотечних процесів ХДНБ ім. В. Г. Короленка Анжеліка Підгайна, голова Ради молодих вчених Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»), член Ради молодих вчених при ХОВА, кандидат технічних наук, доцент Дмитро Данильченко, а також заступник голови Товариства винахідників і раціоналізаторів України, доктор філософії в галузі економіки, членкиня координаційної ради з питань захисту інтелектуальної власності при ХОВА Лариса Пижова.

Частина заявлених доповідей була успішно презентована та обговорена безпосередньо під час конференції, що сприяло активному науковому діалогу та обміну думками. Водночас, зважаючи на різноманітні об'єктивні обставини, деякі автори не змогли приєднатися до онлайн-трансляції для особистого представлення своїх матеріалів. У таких випадках їхні доповіді були надіслані виключно для публікації у збірнику матеріалів конференції. Це дозволило забезпечити максимальне охоплення наукових напрацювань та їх подальше поширення, незалежно від формату участі.

Подані для публікації матеріали згруповані у три змістовні розділи, що відображають ключові напрями сучасної наукової та винахідницької думки. У першому розділі «Інтелектуальна власність, інноваційний розвиток та організація наукової діяльності» розглядалися питання правового захисту та комерціалізації інновацій, організації винахідницької діяльності на сучасному етапі, маркетингового супроводу наукових розробок, економіко-правових засад у сфері інтелектуальної власності. Значну увагу приділено механізмам формування вартості наукової продукції, принципам комплаєнс у винахідництві та проблемам, із якими стикаються українські винахідники. Доповідачами стали представники Харківського національного університету внутрішніх справ, НТУ «ХПІ», Харківського університету радіоелектроніки, Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Вінницької торгово-промислової палати, а також незалежні експерти та практики у сфері патентування.

Другий розділ «Інженерія, техніка та оборонні технології» об'єднав широкий спектр технічних рішень та інженерних напрацювань, спрямованих як на зміцнення обороноздатності держави, так і на розвиток промисловості. Серед тем – підвищення функціональної безпечності автоматизованих систем і робототехніки, удосконалення електропостачання літальних апаратів, використання штучного інтелекту та безпілотних технологій, криміналістика майбутнього, а також розвиток танкобудівної школи та інноваційні підходи до ремонту й експлуатації авіаційної техніки. Значна частина доповідей стосувалася застосування наукових розробок у сфері оборонних технологій, оцінювання їх ефективності та ризиків реалізації. Участь у підготовці цих матеріалів взяли науковці та студенти Українського державного університету залізничного транспорту, Національного аерокосмічного університету «ХАІ», Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, НТУ «ХПІ», Харківського національного університету внутрішніх справ, Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗСУ, а також військових інститутів телекомунікацій та інформатизації.

У розділі, присвяченому медицині, екології та відбудові країни, увагу доповідачів було зосереджено на медико-біологічних інноваціях та екологічних аспектах післявоєнного відновлення. Представлено розробки у сфері військової медицини – від впровадження магнітних інструментів у хірургії до використання магнітного скальпеля у практиці військових медиків, а також сучасні концепції профілактичного захисту військовослужбовців від інфекційних загроз. В екологічному вимірі висвітлювалися напрями зеленої енергетики, циркулярної відбудови та впровадження екологічно безпечних технологій у відновленні інфраструктури. Також порушувалися питання використання 3D-друку для виготовлення протезів і будівельних матеріалів. Цей блок представили науковці Харківського національного медичного університету, Національного наукового центру «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна, Державного біотехнологічного університету, Харківського фахового коледжу технологій та дизайну, представники Громадської організації «Нуль відходів Харків», а також молоді науковці й студенти харківських вишів.

Структурно видання складається зі змісту, вступної статті (передмови), доповідей та повідомлень, вміщених у трьох розділах.

Інформацію про доповідачів із зазначенням їхніх прізвищ, посад, наукових регалій та афіляції наведено на початку кожної доповіді. Списки бібліографічних посилань до повідомлень подано згідно з ДСТУ 8302:2015. «Бібліографічне посилання. Загальні положення і правила складання» та ДСТУ 7.1.2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання» (у разі, якщо в тексті доповіді посилання відсутні). Відповідальність за зміст публікацій несуть автори.

Видання призначене для науковців, діяльність яких пов’язана з розвитком оборонних технологій та суміжних галузей, викладачів закладів вищої освіти, студентів, аспірантів і волонтерів. Доступне на сайті ХДНБ ім. В. Г. Короленка за посиланням: https://korolenko.kharkov.com/vydannia-biblioteky/konferencii.html#anchor348.

РОЗДІЛ 1.
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ВЛАСНІСТЬ, ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ТА ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

УДК 001.891:001.895]:[316.422:37.014.5]]:027.021(477.54-25)ХДНБ]"2025"(06)

СИНЕРГІЯ ЗАРАДИ МАЙБУТНЬОГО: РАЗОМ МОЖЕМО БІЛЬШЕ

Прохорова Віра Григорівна,
головний бібліотекар
відділу науково-інформаційного
забезпечення інноваційних процесів
ХДНБ ім. В. Г. Короленка,
Заслужений працівник культури України,
Прохорова Ганна Валеріївна,
завідувачка відділу
науково-інформаційного забезпечення
інноваційних процесів ХДНБ ім. В. Г. Короленка
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглядається партнерська співпраця, міжгалузева взаємодія відділу науково-інформаційного забезпечення інноваційних процесів з науковцями, винахідниками, освітянами на прикладах роботи з молоддю в рамках проєктів «Школа молодого винахідника», «Фестиваль науки» та інших заходів.*

Ключові слова: *партнерська співпраця, міжгалузева і кроссекторальна взаємодія, вдячність за підтримку, «Фестиваль науки», «Школа молодого винахідника», конкурс «Молодий новатор», творчі зустрічі, круглі столи, науково-практичні конференції, клубна діяльність, партнерська підтримка.*

Abstract. *The article discusses partnership cooperation and interdisciplinary interaction between the department of scientific and information support for innovative processes and scientists, inventors, and educators, using examples of work with young people within the framework of the Young Inventor School project, the Science Festival, and other events.*

Keywords: *partnership cooperation, interdisciplinary, cross-sectoral interaction, gratitude for support, science festival, School of Young Inventors, Young Innovator competition, creative meetings, round tables, scientific and practical conferences, club activities, partnership support.*

Висловлюємо щиру та глибоку вдячність колегам, науковцям та винахідникам за плідну співпрацю. Цього року спільна діяльність була відзначена винятковою наполегливістю та ефективністю, що стало можливим завдяки потужному ефекту синергії. Наші консолідовані зусилля спрямовані на підтримку української освіти та науки, а також на розвиток інноваційного та креативного середовища. Незважаючи на надзвичайні виклики прифронтового міста, наша бібліотека продовжувала функціонувати в умовах постійних бомбардувань та відсутності опалення, демонструючи незламність та відданість справі заради майбутнього. Ми готові до нових викликів. Ваша підтримка є ключовим фактором, що надає сили та зміцнює віру в Перемогу та подальшу відбудову.

Візія Бібліотеки – це простір спільнодії, місце сили, зростання людей майбутнього. Нашому проєкту з інформаційного співробітництва «Взаємодія» – 20 років, це проєкт міжгалузевої, кроссекторальної співпраці. У січні кожного року ми збираємо своїх партнерів та користувачів, щоб підбити підсумки року і висловити вдячність за підтримку і співпрацю та накреслити шляхи співробітництва на новий рік. Наша синергія з партнерами заради майбутнього: разом рухаємося до Перемоги і змінюємо світ на краще. Дякуємо партнерам – Національному природному парку «Слобожанський», Громадському координаційному комітету «Харків ракетно-космічний», кандидатці фармацевтичних наук І. А. Довженок за пропозиції щодо співпраці на цьогорічній онлайн-зустрічі, а також колегам-бібліотекарям за високу оцінку роботи відділу.

Працівники відділу науково-інформаційного забезпечення інноваційних процесів у 2025 р. здійснювали активну діяльність з популяризації науково-технічних та екологічних знань, спрямовану на підтримку інноваційного розвитку та залучення молоді до науково-технічної творчості.

З огляду на виклики часу та значні пошкодження бібліотеки внаслідок ракетних ударів, переважна частина просвітницьких заходів проводилася в дистанційному форматі. Ключовими проєктами стали VII Фестиваль науки та Школа молодого винахідника, які реалізовувалися упродовж року. У рамках VII Фестивалю науки, організованого

Харківською державною науковою бібліотекою ім. В. Г. Короленка, було проведено низку різнопланових заходів, спрямованих на популяризацію наукових знань, інновацій і технічної творчості серед молоді та широкого загалу. Відкриттям фестивального тижня стала науково-практична онлайн-конференція «Наука XXI століття. Інновації у транспортній галузі», яка об'єднала науковців, інженерів, викладачів та студентів, зацікавлених у питаннях розвитку транспортної інфраструктури та технологічних інновацій. Метою конференції було не лише обговорення проблем, а й презентація практичних рішень та формування міждисциплінарного наукового середовища.

Ми з радістю повідомляємо, що тепер можна ознайомитися з електронним виданням матеріалів цієї конференції! Цей збірник – результат плідної спільної роботи, що стане незамінним ресурсом для науковців і викладачів, які шукають сучасні підходи до вивчення транспортної галузі, інженерів-практиків, яким потрібне джерело нових ідей та рішень, представників державного управління та бізнесу, щоб зрозуміти інноваційний потенціал вітчизняної науки, для студентів і молодих науковців як платформа для натхнення та приклад успішних ініціатив.

Переконані, що представлені матеріали стануть потужним стимулом для подальших наукових пошуків, співпраці та інноваційного розвитку транспортної галузі України. Ознайомитися з електронним виданням можна за посиланням: https://archive.org/details/20250811_20250811_1011.

У читальному залі відділу науково-інформаційного забезпечення інноваційних процесів була оформлена книжкова виставка «Зірки, які не гаснуть: люди і відкриття», що презентувала біографії та наукові досягнення видатних учених і винахідників. Важливою частиною програми стали дві екскурсії до Музею історії Харківського метрополітену. Партнерами Фестивалю науки стали провідні харківські виші – Національний технічний університет «ХПІ» (НТУ «ХПІ»), Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ), Український державний університет залізничного транспорту (УкрДУЗТ), Національний аерокосмічний університет «ХАІ» (ХНАУ «ХАІ»), Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ), а також Департамент науки та освіти Харківської обласної військової адміністрації.

Особливе зацікавлення викликав круглий стіл «Знання крізь віки: від ініціативи П. П. Ріццоні до інновацій майбутнього», присвячений історії

формування технічного фонду бібліотеки та ролі видатних особистостей у трансформації бібліотечної справи, а також 195-річному ювілею Харківської державної наукової бібліотеки ім. В. Г. Короленка.

Наша бібліотека – це серце Харкова, що б'ється в унісон з його науковим та культурним життям. Протягом майже двох століть вона була незмінним свідком і активним учасником історії міста. Книгозбірня пережила війни та випробування, але завжди залишалася відкритим джерелом знань. ХДНБ є флагманом у сфері науково-інформаційного забезпечення, поєднує багату історичну спадщину із сучасними технологіями, надаючи доступ до величезних масивів інформації, необхідної для наукових досліджень та інноваційних проєктів. Вона є справжнім храмом знань для науковців, студентів, винахідників та всіх, хто прагне до розвитку. Ми пишаємося історією та роллю бібліотеки в житті нашого міста. Вдячні директору Музею історії НТУ «ХПІ» Анні Валентинівні Бистриченко за цікаву змістовну доповідь, присвячену постаті Павла Павловича Ріццоні – інженера, директора Харківського паровозобудівного заводу, громадського діяча, який ініціював створення технічного відділу в Харківській громадській бібліотеці. Саме ця ініціатива стала основою для подальшого формування потужного технічного фонду бібліотеки.

Добрі партнерські стосунки за часи війни склалися у колективу відділу з вінницькими науковцями. Під час фестивалю науки, в межах творчих зустрічей, відбулася розмова з Михайлом Ганчуком, генеральним директором ТОВ «Промавтоматика. Вінниця», який поділився досвідом практичного впровадження інноваційних рішень у виробництво. Михайло Ганчук постійно бере участь у круглих столах, які організовує у відділі, щиро ділиться знаннями та своїм досвідом з молоддю. Сталася зустріч з Олександром Матюховим – засновником студії подорожей «ЕтноМандри» та керівником Музею трамвая у Вінниці, який представив нестандартні підходи до популяризації історії техніки. Гості заходу (директор Музею Вінницького трамвая Олег Матюхов та його колега, фахівець музею Валерій Старжинський) запропонували захопливу віртуальну екскурсію музеєм, під час якої учасники познайомилися з унікальною історією вінницького трамвая – одного з найбільш знакових і впізнаваних елементів міської інфраструктури Вінниці. Спікери розповіли про те, як виникла ідея створення музею, якими були перші експонати, як розвивалася колекція та які цілі ставить перед собою команда музею сьогодні. Особливу увагу приділили міжнародному досвіду – учасники

дізналися про подібні музеї у країнах Європи, обмін досвідом із закордонними колегами та популяризацію трамвайної тематики серед молоді та туристів.

Важливим партнерським заходом стала участь в організації XXXIII Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. MicroCAD-2025» (секція 2. Актуальні питання механічної інженерії і транспорту) з НТУ «ХПІ». Конференція традиційно проводилася за підтримки провідних європейських університетів-партнерів, серед яких виші з Угорщини, Польщі, Німеччини, Румунії, Болгарії та Малайзії. У межах секції відбулося засідання трьох підсекцій: «Технологія та автоматизоване проєктування в машинобудуванні», «Природоохоронні технології, професійна безпека та здоров'я», «Розбудова обороноздатності України». Загалом у роботі секції взяли участь близько 80 учасників. Ознайомитися з матеріалами конференції можна на сайті НТУ «ХПІ».

Партнерство з НТУ «ХПІ» продовжилось і у форматі майстер-класу «Основи пошуку академічної інформації: практичні аспекти для молодих науковців», що допомогло студентам оволодіти навичками ефективного пошуку та використання наукових джерел. Майстер-клас провела завідуюча науково-технічної бібліотеки Юлія Миколаївна Главчева.

У межах трибуни вченого відбулася зустріч із професоркою Українського державного університету залізничного транспорту Оленою Ловською, яка поділилася досвідом академічної та проєктної діяльності. Олена є давнім користувачем ХДНБ, активно користувалася фондами нашої бібліотеки при підготовці кандидатської та докторської дисертацій. Докладно про Олену Ловську можна дізнатися на сайті ХДНБ в інформаційному проєкті «Винахідники Харкова – читачі ХДНБ імені В. Г. Короленка».

Також учасники фестивалю мали змогу відвідати воркшоп з 3D-моделювання від науковців ХНУРЕ, де ознайомилися із сучасними програмами та практичними кейсами застосування цифрових технологій у технічній творчості.

В останній день фестивалю науки завідувачка відділу науково-інформаційного забезпечення інноваційних процесів Харківської державної наукової бібліотеки ім. В. Г. Короленка Ганна Прохорова презентувала вікторину «Транспорт у фактах та цифрах». Інтелектуальна гра була підготовлена до цьогорічного фестивалю та стала яскравим інтерактивним заходом освітнього спрямування. Участь у вікторині взяли

65 учнів харківських закладів освіти – гімназій, ліцеїв, з якими ми співпрацюємо і в межах проєкту «Школа молодого винахідника». Школярі не лише перевірили свої знання з теми транспорту, а й дізналися багато нових цікавих фактів про розвиток транспортної галузі в Україні та світі. Захід сприяв популяризації науки серед молоді та підвищенню зацікавленості в технічних і транспортних напрямах освіти.

Завершальним акордом фестивалю став марафон закладів вищої освіти, у якому свої наукові досягнення презентували партнери – провідні заклади вищої освіти технічного профілю. Захід наочно продемонстрував інтелектуальний потенціал Харкова й актуальні розробки вишів у сфері науки й техніки. Кожен спікер представив наукові досягнення, освітні та дослідницькі напрями свого закладу, акцентуючи увагу на актуальності і прикладному значенні досліджень.

12 різнопланових онлайн- та офлайн-заходів об'єднали майже 600 учасників. Фестиваль вкотре підтвердив свою роль як ефективного інструменту популяризації науки, стимулювання інтересу до досліджень і формування інноваційної культури серед молоді. Фестиваль науки 2025 року продемонстрував стійкість і здатність наукової спільноти до інноваційної адаптації в умовах викликів часу, зберігаючи дух міжсекторального партнерства та орієнтованості на майбутнє.

Протягом 2025 року тривала діяльність Школи молодого винахідника, організована за підтримки патентно-правової фірми «Inventa», ХОР ТВР, науковців і викладачів закладів вищої освіти. Слухачами школи залишилися студенти НТУ «ХПІ», Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського, Національного університету цивільного захисту України, учні Аерокосмічного ліцею НАУ «ХАІ», студенти та учні коледжів, гімназій, ЗОШ м. Харкова. Відкриття Школи було приурочене до Дня дитячих винаходів. У рамках заходу проведено: майстер-клас з технічної творчості, тематичну виставку, огляд літератури «Абетка винахідництва».

Упродовж року відбувалися щомісячні практичні заняття, тренінги, лекції, огляди літератури. Студенти вивчали методику патентного пошуку, основи складання формули винаходу, вирішення винахідницьких задач, створення торговельної марки тощо. Практичні поради надавав патентний повірений України Є. Стогній. Учасники школи брали участь у щорічному конкурсі «Молодий новатор» та у засіданні круглого столу «Молодь. Інновації. Майбутнє» до Міжнародного дня інтелектуальної власності, на

якому, як завжди, підбиваються підсумки конкурсу. Круглий стіл до Міжнародного дня інтелектуальної власності проводиться 20 років поспіль з метою підкреслити значення інновацій у повсякденному житті людини і вдосконаленні суспільства та активізації творчості молоді. Конкурс «Молодий новатор» існує з 2008 р. з ініціативи користувача та партнера відділу, директора Науково-виробничої фірми «Лавр» Володимира Павловича Лавриненка. Ми безмежно вдячні Харківській обласній раді Товариства винахідників і раціоналізаторів України і Департаменту науки та освіти Харківської обласної військової адміністрації за спільну організацію конкурсу. В поточному році у конкурсі взяли участь майже 70 науковців. Низький уклін Ларисі Борисівні Пижовій за підбиття підсумків конкурсу й оформлення документації.

У межах роботи Школи організовано творчу зустріч з професоркою Державного біотехнологічного університету Олександрою Мандич «Жіноче обличчя науки» до Міжнародного дня жінок і дівчат у науці, день патентознавця за темою «Нові правила складання, подання та проведення експертизи заявки на винахід та корисну модель», презентовано віртуальну виставку «Як стати винахідником».

У читальному залі відділу відбулася захоплива лекція «10 відкриттів харківських дослідників, які змінили уявлення про світ». Ми вдячні Ольгі Ігорівні Вовк, кандидатці історичних наук, заступниці директора Центру українських студій та краєзнавства ім. академіка П. Т. Тронька ХНУ ім. В. Н. Каразіна, разом з якою здійснено інтелектуальну подорож у минуле. Вона відкрила несподівані сторінки із життя харківських учених, чиї імена вписані в історію світової науки: математика Олексія Погорєлова, астронома Миколи Барабашова, ботаніка й бактеріолога Лева Ценковського, хіміка Євгена Гапона, фізика Дмитра Іваненка, географа Єгора Ковалевського, історика Миколи Костомарова, мовознавця Олександра Потебні та інших. У невимушеній атмосфері лунали історії про відкриття, що змінили картину світу – від нових уявлень про клітинний імунітет до космічних досліджень та фундаментальних математичних теорій. Лекція стала нагадуванням: Харків – це місто, чиї вчені формували не лише українську, а й глобальну наукову традицію.

Розвитку екологічного руху та екологічної просвіти сприяла організація книжкових тематичних виставок «Охорона довкілля: червонокнижний рослинний і тваринний світ України», «Зелена наука: екологія крізь призму інновацій» (до Всесвітнього дня навколишнього

середовища) та «Екологія мегаполіса» (до Міжнародного дня екологічної освіти). Влітку відновлена робота клубів «Екологія та енергетика» та «Лікувально-оздоровчих технологій», проведені засідання клубу «Екологія та енергетика», до Всесвітнього дня навколишнього середовища – лекція та майстер-клас «Зникаюча краса: червонокнижні рослини України» та майстер-клас «Їстівні дикороси». Виїзне засідання до Ботанічного саду ХНУ ім. В. Н. Каразіна під час цвітіння тюльпанів та бузку залишило яскраві спогади, доповнені цікавою розповіддю про історію Ботанічного саду і його рослинний світ. Засідання Клубу лікувально-оздоровчих технологій «Фіточаї: природна аптека в чашці. Лікувальні властивості та інноваційні підходи до вживання» завершилося в теплій дружній атмосфері чаювання, учасники ділилися своїми таємницями чайних зборів, обмінювались контактами та приєднувалися до групи травознавства з Іриною Довженок у вайбері. Дякуємо Ірині Аркадіївні Довженок за багаторічну плідну співпрацю, дружні відносини та підтримку.

Запрошуємо на наступне засідання клубу, присвячене лікарським рослинам осінньої пори. Слідкуйте за нашими анонсами на сайті ХДНБ та в соцмережах, ставайте підписниками сторінки відділу науково-інформаційного забезпечення інноваційних процесів та відкритої групи «Книжковий міст» у фейсбуці. Для вас щодня оновлюється інформація, ми також поширюємо анонси семінарів, конференцій Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації, Українського національного офісу інтелектуальної власності та інновацій, Державної науково-технічної бібліотеки та інших бібліотек, з якими співпрацюємо.

І на завершення хочу нагадати, що ХДНБ працює щодня, з понеділка по суботу, і не тільки для харків'ян, до бібліотеки звертаються і з інших міст України, а наші онлайнові заходи набули всеукраїнського значення. Дякуємо всім за співпрацю і щиро сподіваємося, що наше майбутнє партнерство буде успішним і довгостроковим, адже ми маємо спільні цінності та цілі – максимально сприяти розвитку наукової та освітньої діяльності в Україні і разом можемо більше!

УДК 347.77/.78:[378.6:355(477)]]

ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ДО ФОРМУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ У СФЕРІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ У ВИЩОМУ ВІЙСЬКОВОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

Васюта Костянтин Станіславович,
заступник начальника університету
з наукової роботи;
Рогуля Ольга Юріївна,
науковий співробітник;
Куренко Олександр Борисович,
начальник науково-організаційного відділу;
Рогуля Олександр Васильович,
провідний науковий співробітник,
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
Україна, м. Харків

Анотація. *Визначено мету та обґрунтовано актуальні напрями формування й реалізації політики у сфері інтелектуальної власності на прикладі вищого військового навчального закладу. Показано, що основним завданням впровадження цієї політики є зміцнення ділової репутації вищого військового навчального закладу як провідного інноваційного центру зі створення та впровадження об'єктів права інтелектуальної власності. Вищезазначене має особливе значення для гарантування національної безпеки, підвищення обороноздатності Збройних Сил України та розвитку оборонно-промислового комплексу. Виокремлено ключові чинники, що впливають на процес формування ефективної політики у сфері інтелектуальної власності.*

Ключові слова: *вищий військовий навчальний заклад, політика, інтелектуальна власність, об'єкти права інтелектуальної власності.*

Abstract. *The purpose and the rationale for the relevant directions of shaping and implementing the policy of a higher military educational institution in the field of intellectual property have been defined. The primary objective of this policy is to strengthen the institutional reputation of the higher military educational institution as a leading innovation center for the creation and implementation of intellectual property objects. This is of particular importance for ensuring national security, enhancing the defense capability of the Armed Forces of Ukraine, and supporting the development of the defense-industrial complex. Key factors influencing the process of forming an effective policy are identified.*

Keywords: *higher military educational institution, policy, intellectual property, intellectual property objects.*

Управління інтелектуальною власністю (ІВ) є інтегрованою складовою загальної системи управління закладом освіти, що визначає його конкурентоспроможність та стратегічний розвиток. Політика у сфері ІВ визначає загальні засади та регулює взаємовідносини щодо набуття, здійснення, розпорядження й захисту прав інтелектуальної власності, їх комерціалізації та трансферу технологій. Однією з ключових проблем є формування дієвої політики у сфері ІВ, ефективне функціонування якої потребує належного фінансового забезпечення та високопрофесійного кадрового потенціалу.

У класичному розумінні політика трактується як загальне керівництво для дій і прийняття рішень, яке сприяє досягненню цілей та формується на тривалий період [1]. Формуючи політику у сфері ІВ, вищий військовий навчальний заклад (ВВНЗ) застосовує сукупність взаємопов'язаних рішень, спрямованих на визначення пріоритетних напрямів використання інноваційного потенціалу для реалізації власної місії та забезпечення довгострокових конкурентних переваг.

Таким чином, політика у сфері ІВ – це система принципів і положень, що є підґрунтям для вироблення, ухвалення й реалізації рішень, спрямованих на досягнення стратегічних цілей і забезпечення ефективного функціонування механізмів створення об'єктів права інтелектуальної власності (ОПІВ). Визначено, що основною метою впровадження політики у сфері ІВ у Харківському національному університеті Повітряних Сил імені Івана Кожедуба є формування та зміцнення його ділової репутації як провідного інноваційного центру зі створення та впровадження ОПІВ, що має особливе значення для зміцнення національної безпеки, підвищення обороноздатності Збройних Сил України та розвитку оборонно-промислового комплексу держави [2].

Обґрунтовано актуальні напрями формування та реалізації політики ВВНЗ у сфері ІВ, серед яких:

– розвиток наукових досліджень і впровадження процедур із розробки, створення, ідентифікації, визначення режиму правової охорони та комерціалізації ОПІВ;

– забезпечення належних організаційних, технічних, матеріальних і фінансових умов для реалізації політики у ВВНЗ та формування

сприятливого середовища для розвитку творчого мислення учасників інноваційного процесу;

– системний моніторинг, належна реєстрація та облік ОПІВ як результатів інтелектуальної і творчої діяльності учасників інноваційного процесу;

– забезпечення захисту ОПІВ та ефективного управління ними на основі правової визначеності й належного врегулювання правовідносин між розробниками;

– впровадження мотиваційних заходів для стимулювання й підтримки розробників ОПІВ на етапах проведення наукових досліджень та впровадження їх результатів;

– сприяння промоції результатів інтелектуальної і творчої діяльності з використанням сучасних інформаційно-комунікативних інструментів.

Встановлено, що на формування ефективної політики у сфері ІВ впливає низка чинників: нормативно-правові, економічно-фінансові, технологічно-інноваційні та організаційно-управлінські. Зокрема, у фінансовій площині, за даними звіту Всесвітньої організації інтелектуальної власності, у 2023 році сукупні інвестиції в нематеріальні активи (програмне забезпечення, бренди, дизайн тощо), які є об'єктами права інтелектуальної власності, становили 6,9 трлн доларів США, що утричі перевищує інвестиції в матеріальні активи. Економічно-фінансові чинники безпосередньо впливають і на систему охорони ІВ, яка дозволяє захищати інноваційні ідеї та формувати конкурентні переваги.

Серед організаційно-управлінських чинників важливими є створення інтегрованої системи управління ІВ у ВВНЗ, розвиток партнерства, підготовка персоналу, міжвідомча комунікація тощо. При розробленні політики слід враховувати організаційні засади, викладені у таких документах, як «Типове положення про політику у сфері інтелектуальної власності для університетів та науково-дослідних установ», підготовлене Департаментом країн з перехідною та розвинутою економікою ВОІВ, та «Методичні рекомендації щодо політики у сфері інтелектуальної власності для закладів вищої освіти та наукових установ України», розроблені Державною організацією «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій».

Отже, реалізація політики у сфері ІВ забезпечить здійснення науково-дослідної діяльності ВВНЗ на засадах інноваційності,

упровадження сучасних інструментів розвитку інтелектуального капіталу та творчого мислення, стимулювання й підтримки патентної активності, а також належний правовий супровід створення та комерціалізації ОПІВ, їх ефективну охорону та управління відповідними правами.

Список бібліографічних посилань

1. Біловол Р. І. Методологічні підходи до формування політики і стратегії в управлінні підприємством // Економіка та суспільство. 2017. Вип. 10. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/10_ukr/13.pdf.
2. Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. URL : https://hups.mil.gov.ua/.

УДК 347.77/.78:001.894

ПРАВОВИЙ МЕХАНІЗМ ВИНАХІДНИЦТВА

Ткачов Максим Михайлович,
кандидат наук, доцент,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді досліджено сутність та структуру правового механізму винахідництва. Розкрито його ключові складові: нормативно-правову базу, інституційне забезпечення, процедури патентування, механізми комерціалізації та захист прав. Обґрунтовано їх значення у формуванні прозорого, ефективного та збалансованого регулювання у сфері інновацій. Показано, що наявність дієвого правового механізму винахідництва є передумовою розвитку науково-технічного потенціалу України та її інтеграції у світову економіку.*

Ключові слова: *правовий механізм, винахідництво, патентування, інтелектуальна власність, комерціалізація, захист прав, інноваційна діяльність.*

Abstract. *The report studies the essence and structure of the legal mechanism of invention. Its key components are revealed: regulatory framework, institutional support, patenting procedures, commercialization mechanisms and protection of rights. Their importance in the formation of transparent, effective and balanced regulation in the field of innovation is substantiated. It is shown that the presence of an effective legal mechanism of invention is a prerequisite for the development of scientific and technical potential of Ukraine and its integration into the world Economy.*

Keywords: *legal mechanism, invention, patenting, intellectual property, commercialization, protection of rights, innovation activity.*

Винахідництво є фундаментальною складовою інноваційного розвитку, адже воно забезпечує створення нових технологій, продуктів та рішень, які стимулюють економічне зростання і науково-технічний прогрес. Проте винахід не може стати суспільно корисним надбанням без чітко сформованого правового механізму, що регулює процес його створення, реєстрації, використання та захисту. Правовий механізм винахідництва охоплює норми законодавства, інституційні структури та процедури, які гарантують захист прав винахідників і забезпечують баланс інтересів держави, бізнесу та суспільства.

В умовах глобалізації та активної інтеграції України у світовий економічний і науковий простір питання формування дієвого правового механізму винахідництва є надзвичайно актуальним. Він забезпечує захист прав інтелектуальної власності, сприяє комерціалізації інновацій, залучає інвестиції у науково-технічну сферу та підвищує міжнародну конкурентоспроможність. Недосконаліть правового механізму може призвести до відтоку інтелектуального капіталу, зменшення інноваційної активності та втрати державою стратегічних переваг.

Складові правового механізму винахідництва, на нашу думку, слід формувати й обґрунтовувати в наступному вигляді.

1. **Нормативно-правова база.** Основу правового механізму складають закони, підзаконні акти та міжнародні договори, що регулюють сферу інтелектуальної власності. В Україні ключовим документом є Цивільний кодекс України та Закон «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі». Також важливим є дотримання міжнародних угод, зокрема Паризької конвенції про охорону промислової власності та Угоди TRIPS. Наявність якісної нормативної бази створює умови для прозорого та справедливого регулювання відносин між винахідниками і користувачами технологій.

2. **Інституційне забезпечення.** Ефективна реалізація правового механізму неможлива без діяльності спеціалізованих державних та міжнародних органів. В Україні цю функцію виконує Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій (УКРНОІВІ), який займається реєстрацією патентів, моніторингом дотримання прав та наданням консультаційних послуг. Міжнародний рівень представлений

Всесвітньою організацією інтелектуальної власності (WIPO). Інституційні структури виступають гарантом легітимності та захищеності винаходів.

3. **Процедури патентування і правової охорони**. Важливим елементом є встановлення чітких правил подання заявки, експертизи, отримання патенту та його продовження. Ці процедури дозволяють визначити авторство, новизну та практичну цінність винаходу. Правова охорона гарантує, що винахідник має виключні права на використання своєї розробки протягом певного строку. Це стимулює науковців до активнішої винахідницької діяльності та захищає їхні інтереси від неправомірного використання.

4. **Механізми комерціалізації**. Правовий механізм винахідництва охоплює і процедури введення винаходів у господарський обіг. Це включає ліцензування, передачу прав, укладання договорів франчайзингу чи спільного використання технологій. Завдяки комерціалізації винахід перетворюється з ідеї на економічно значущий актив. Вона дозволяє винахідникам отримувати дохід, а підприємствам – підвищувати конкурентоспроможність.

5. **Захист прав та вирішення спорів**. Не менш важливою складовою є система захисту прав винахідників у випадку їх порушення. Вона передбачає адміністративні, цивільно-правові та кримінальні засоби впливу, а також можливість звернення до суду чи міжнародних арбітражних інстанцій. Ефективний захист прав гарантує винахідникам безпечне використання результатів їхньої інтелектуальної праці. Це зміцнює довіру до національної системи охорони інтелектуальної власності.

Таблиця 1.

Порівняльна таблиця складових правового механізму винахідництва

Складова	Сутність	Практичне значення
Нормативно-правова база	Закони, кодекси, міжнародні угоди, що регулюють сферу інтелектуальної власності.	Формує основу правового регулювання, визначає правила та права учасників винахідницької діяльності.

Складова	Сутність	Практичне значення
Інституційне забезпечення	Діяльність державних і міжнародних органів, що здійснюють реєстрацію та контроль.	Гарантує дотримання прав винахідників і легітимність правової охорони.
Процедури патентування і правової охорони	Подання заявок, експертиза, видача патентів і продовження їх дії.	Забезпечує визначення авторства, виключні права та правовий захист.
Механізми комерціалізації	Ліцензування, передача прав, договори щодо використання винаходів.	Дозволяє перетворювати винахід на економічний актив, приносити дохід винахіднику і користь бізнесу.
Захист прав та вирішення спорів	Система правових заходів при порушенні прав винахідників.	Гарантує справедливість, відновлення прав і зміцнює довіру до правової системи.

Джерело: сформовано автором

Правовий механізм винахідництва є багатокомпонентною системою, що включає правові норми, інституції, процедури патентування, механізми комерціалізації та захисту прав. Його ефективне функціонування створює умови для розвитку винахідництва, стимулює інноваційну діяльність та сприяє інтеграції України у світовий інноваційний простір. Вдосконалення правового механізму дозволить підвищити конкурентоспроможність національної економіки та зміцнити позиції країни у глобальній науково-технічній спільноті.

Список використаних джерел

1. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ». – 2019. – 1002 с.

2. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

3. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. //

Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

4. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

5. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

6. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer / P. G. Pererva. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

7. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

8. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

9. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

10. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

11. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

12. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

13. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.

УДК 001.894-051(477):347.77.028.4

ПРОБЛЕМИ У ВИНАХІДНИКІВ В УКРАЇНІ

Копоть Михайло Андрійович,
завідувач навчальної лабораторії кафедри ПІ,
Харківський університет радіоелектроніки
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглянуто реальний стан сучасного стану та перспективи патентної активності в Україні. Порушено проблему експертизи поданих матеріалів.*

Ключові слова: *патент, корисна модель, промисловий зразок, винахід, юридична особа, фізична особа.*

Abstract. *The current state and prospects of patent activity in Ukraine are considered. The issue of examination of submitted materials is raised.*

Keywords: *patent, utility model, industrial design, invention, legal entity, natural person.*

Всім відомо, що існує три можливі патенти: промисловий зразок, винахід і корисна модель. Зрозуміло, що є ще й авторські свідоцтва. Є відмінності і за стилем написання, і за термінами, і за оплатою. Можна подати заявку від юридичної особи і від фізичної особи – це всього лише форма власності, а не щось інше. Відомо, що для фізичної особи документи в оформленні коштують дещо дешевше. Хоча потім можна передавати права власності, ну або продати.

З точки зору існування патенту – це ваше право на заявлений зразок або спосіб. Відповідно, для патентовласника, якщо він не є виробником, то це «папір» на продаж. Оскільки він повинен бути цікавим для виробника.

Ось тут і підходимо до питань. І звучить це так – необхідна наявність виробництва і зацікавленості щось виробляти. Ну або використовуючи спосіб, але все одно виробляти. Іншими словами, якщо немає виробництва, то і патент в даній області не особливо і потрібен. Далі, слід розуміти, що міжнародного патенту не існує. І це веде тільки до одного – Ви повинні запатентувати щось там, де збираєтеся закрити до безкоштовного використання вашої ідеї. Звідси випливає відразу велике питання, пов’язане з розумінням свого місця в міжнародному розподілі (ну за винятком дрібниць). Ви повинні у всіх країнах, Ваших конкурентах,

отримати відповідний документ, тобто патент. Чи реально це для нас зараз для фізичної особи? Не готовий говорити, але схоже, що ні.

Але наявність виробництва є досить важливим фактором. Більш страшним у цьому сенсі є наявність конкуренції в цій галузі виробництва. Інакше виробнику Ваша ідея (тобто патент не дуже й потрібен).

І ось питання – це проблема винахідника чи держави, чи її устрою? Що з цим повинен, точніше може зробити винахідник? Відповідь – нічого! Тоді питання – це проблема винахідника? Схоже, що ні.

Суспільне визнання. Проблема? Спробуємо розібратися. Це саме визнання приходить, як не дивно, тільки через комерційну складову. Але звідки візьметься ціна патенту, якщо він не потрібен? Її немає як такої, бо вона не залежить від винахідника. Хоча грошова винагорода винахідника є досить важливою частиною. Найпростіший і найреалістичніший шлях, якщо винахідник запатентував ідею через юридичну особу, будучи співробітником цієї організації, де є договір про грошову винагороду. Оскільки ця юридична особа є споживачем цієї пропозиції винахідника. Тобто має виробництво, яке може використовувати дану ідею. А якщо ні? Тоді доводиться шукати виробника, якого може і не бути. Вихід за межі країни має свої складнощі.

Цілком зрозуміло, що для винахідника мотивуючим у нашому випадку є тільки одне – побачити реалізованим своє «дітище». Але це не проблема винахідника! Він не може, в силу різних причин, реалізовувати свої ідеї. Якщо ідея буде затребувана, то і винагорода з'явиться.

Загальний підхід, який можна почути скрізь – ти запропонуй зореліт, синхрофазатрон тощо, і тоді «ми зрозуміємо, що ти винахідник»! Сама по собі постановка завдання не витримує критики! Розум винахідника і його досвід, як правило, спрямовані на те, що можна зробити в існуючих реаліях (виробничі потужності, потреба в цьому завданні), ну в більшості випадків. Тобто будь-який виробничий колектив зацікавлений в такій людині, яка, бачачи виробничі можливості, пропонує щось поліпшити з метою економії. Чи буде це економія за коштами, чи за часом, чи за швидкістю виробництва. Саме це і принесе додатковий прибуток цьому самому виробництву. Тому будь-який виробник зацікавлений в людині, яка розуміє, яка готова пропонувати поліпшення. Це досягається простим шляхом – освітою, досвідом і його бажанням (винахідника) ну і наявністю цього самого виробництва.

Це загальні начерки того, що багато в чому проблема не в винахіднику, а в споживачі його ідей. Немає споживача – питання закрите.

Але не все так просто в розумінні проблем. Звичайно, легко все перехилити на бік – «а кому це потрібно?».

Ми зараз не торкаємося можливостей патентування через WIPO для виходу на міжнародний рівень. Такий шлях існує, але безсумнівно дорожчий за державний. Однак дає можливість на стадії подання залучити спонсорів. Варто зазначити, що WIPO не є панацеєю, проблем і там достатньо.

І ось ми дійсно підійшли до проблеми. Не ті, що були розглянуті вище. Де видно, що ці проблеми не зовсім винахідника.

У нашій державі існує тільки один орган, який забезпечує цю діяльність (видає патенти). І називається він УкрНОІВІ. У цьому органі своя ієрархія, як і в будь-якій організації, але винахідник стикається, перш за все, з експертом. Ми не говоримо про канцелярію, про прийом документів тощо. Експерт – та людина, яка покликана оцінити Вашу ідею хоча б на якомусь технічному рівні. Залежно від виду патенту – різний ступінь експертизи. Але ж зрозуміло, що експерт повинен володіти досить широким колом знань і на досить пристойному рівні. А якщо це не так? І ось це вже «*нормальна*» проблема винахідника!

Наведу приклад з власного досвіду, що стосується заявки № u 2024 06 341 [1]. Виявляється, не тільки експерт оцінює Вашу роботу! В УкрНОІВІ є відділ так званої якості. Сама по собі ідея начебто і не погана, що є досвідчені люди, які контролюють процес прийняття рішення. Але ось побудований цей орган дуже специфічно! Виявляється, експерт цього органу може винести свій вердикт і змусити експерта прийняти його точку зору! Але «дурість» криється в тому, що цей самий експерт з наглядового органу не ставить підпис під своїм вердиктом! Тобто він змушує виконувати свої дії, НЕ несучи за це жодної відповідальності! У моєму випадку це виявився якийсь Рябухін Є. М. Просто красень за визначенням, який каже – у Вас не правильно! Питаєш, що неправильно? Він не може відповісти, оскільки НЕ є фахівцем у даній галузі! Тоді природно виникає питання – а як з ним розмовляти? А Вам і заявляють, що з Вами розмовляти ніхто і не збирався! Смертельна конструкція для винахідника. Той, хто проти – говорити не бажає, а тобі пропонується розмова з експертом, який повністю залежить від цього перевіряючого. І при цьому, цей експерт теж не зовсім в темі. Все, коло замкнулося! Якщо в цей момент у винахідника не вистачить духу «наполягати на своєму» – приїхали! Ось це проблема винахідника, причому не мала!

Закінчити хотілося б на оптимістичній ноті – колеги, ніколи не здавайтеся, ким би не був Ваш опонент (експерт)! Якщо хтось потрапив у таку ситуацію і не знає «як вчинити» – звертайтеся. Дам пораду або зробимо все, щоб Ваша ідея була опублікована!

Список бібліографічних посилань

1. URL : https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1835781.

УДК 001.894:347.77]:[005.35:330.341.1(477)]]

ПРИНЦИПИ КОМПЛАЄНС У СФЕРІ ВИНАХІДНИЦТВА

Кобєлєва Тетяна Олександрівна,
доктор наук, професор,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглянуто сутність принципів комплаєнс у сфері винахідництва, їх роль у забезпеченні правової та етичної основи інноваційної діяльності. Сформовано систему базових принципів: законності, етичності, прозорості, доброчесності та відповідальності. Показано, що впровадження комплаєнс-програм у винахідницьку практику дозволяє мінімізувати правові ризики, уникати конфліктів інтересів, забезпечувати соціальну відповідальність винахідників та сприяти міжнародній інтеграції. Зроблено висновок про стратегічне значення комплаєнс у розвитку інноваційної економіки України.*

Ключові слова: *комплаєнс, винахідництво, інноваційна діяльність, принцип законності, етичність, прозорість, доброчесність, відповідальність.*

Abstract. *The article considers the essence of compliance principles in the field of invention, their role in providing the legal and ethical basis for innovation activity. A system of basic principles: legality, ethics, transparency, integrity and responsibility is formed. It is shown that the implementation of compliance programs in inventive practice allows minimizing legal risks, avoiding conflicts of interest, ensuring the social responsibility of inventors and promoting international integration. conclusion on the strategic importance of compliance in the development of the innovative economy of Ukraine.*

Keywords: *compliance, invention, innovation, the principle of legality, ethics, transparency, integrity, responsibility.*

У сучасному світі інновації та винахідництво стають ключовими чинниками економічного розвитку, підвищення конкурентоспроможності підприємств та зростання науково-технологічного потенціалу держав. Проте активний розвиток винахідницької діяльності супроводжується численними ризиками: від порушення прав інтелектуальної власності до неетичних практик використання технологій та шахрайських дій у сфері патентування. У цьому контексті принципи комплаєнс (від англ. *compliance* – дотримання) набувають особливої актуальності, адже вони забезпечують дотримання законодавчих, етичних та корпоративних норм у процесі створення і впровадження винаходів.

Запровадження комплаєнс-програм у сфері винахідництва сприяє зниженню правових ризиків, запобігає конфліктам інтересів, підвищує рівень прозорості та довіри з боку партнерів, інвесторів і державних органів. У міжнародній практиці принципи комплаєнс стають стандартом корпоративної культури, що дозволяє гармонізувати взаємовідносини між винахідниками, науковими установами та бізнесом. Для України, яка активно інтегрується у світовий інноваційний простір, вивчення та впровадження цих принципів має стратегічне значення.

Нами сформовано та обґрунтовано основні принципи комплаєнс для сфери винахідництва.

1. **Принцип законності.**

Дотримання законодавчих вимог у сфері інтелектуальної власності є фундаментом ефективної винахідницької діяльності. Винахідники та організації зобов'язані діяти у межах міжнародного та національного права, включаючи патентне законодавство, авторське право, регуляторні норми у сфері безпеки технологій. Цей принцип дозволяє мінімізувати юридичні ризики та уникати спорів щодо порушення прав третіх осіб.

2. **Принцип етичності.**

Етична відповідальність у винахідництві означає недопущення використання інновацій для шкоди суспільству, довкіллю чи правам людини. Етичний вимір передбачає прозорість дій, відмову від корупційних практик та маніпуляцій під час отримання фінансування чи патентування. Такий підхід формує позитивний імідж винахідника чи організації на національному та міжнародному рівнях.

3. **Принцип прозорості.**

Прозорість у винахідницькій діяльності включає відкритість у веденні документації, звітності, а також чесне інформування інвесторів, партнерів і контролюючих органів. Реалізація цього принципу сприяє

зростанню довіри до результатів досліджень і розробок. Він також є ключовим для залучення інвестицій у стартапи та наукові проєкти.

4. **Принцип доброчесності та недопущення конфлікту інтересів.**

Комплаєнс вимагає уникнення ситуацій, коли особисті інтереси винахідника чи організації можуть суперечити корпоративним або суспільним цілям. Дотримання доброчесності передбачає чесне використання ресурсів, коректне оформлення авторства та повагу до колективної праці. Це знижує ризики внутрішніх конфліктів та підвищує ефективність роботи команди.

5. **Принцип відповідальності та підзвітності.**

Учасники винахідницької діяльності мають нести відповідальність за результати своєї роботи та бути підзвітними перед інвесторами, партнерами та суспільством. Відповідальність передбачає як дотримання правових норм, так і усвідомлення соціальних наслідків упровадження винаходів. Такий підхід забезпечує баланс між технічним прогресом і суспільними інтересами.

Таблиця 1.

Принципи комплаєнс у сфері винахідництва

Принцип	Сутність	Практичне значення
Законності	Дотримання вимог національного та міжнародного законодавства у сфері інтелектуальної власності, патентування та безпеки технологій.	Захист прав винахідників і організацій; зменшення ризику судових спорів; легітимність розробок.
Етичності	Орієнтація на морально відповідальне використання винаходів, недопущення шкоди суспільству, довкіллю та правам людини.	Формування позитивного іміджу винахідників; підвищення довіри інвесторів і партнерів; уникнення корупційних ризиків.
Прозорості	Відкритість і чесність у звітності, документуванні, інформуванні партнерів, інвесторів та контролюючих органів.	Залучення інвестицій; зміцнення репутації; забезпечення довіри до результатів досліджень і розробок.

Принцип	Сутність	Практичне значення
Доброчесності та недопущення конфлікту інтересів	Уникнення ситуацій, коли особисті інтереси суперечать суспільним або корпоративним, чесне використання ресурсів і справедливий розподіл авторства.	Зниження внутрішніх конфліктів; підвищення ефективності роботи команд; забезпечення справедливості у колективній праці.
Відповідальності та підзвітності	Усвідомлення наслідків винахідницької діяльності, готовність нести юридичну і соціальну відповідальність за результати.	Баланс між технічним прогресом і суспільними інтересами; підзвітність перед інвесторами та державою; довгострокова довіра.

Джерело: сформовано автором

Принципи комплаєнс у сфері винахідництва є невід'ємною частиною сучасного інноваційного розвитку. Вони формують правову та етичну основу для захисту інтелектуальних прав, сприяють створенню прозорих і чесних відносин між учасниками інноваційної діяльності та мінімізують ризики правопорушень. Для України важливим завданням є активне впровадження цих принципів у практику винахідницької діяльності, що сприятиме інтеграції у світовий науково-технологічний простір і забезпечить стійкий розвиток інноваційної економіки.

Список використаних джерел

1. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.

2. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

3. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45–51.

4. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

5. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

6. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

7. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.

8. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

9. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

10. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В Лега. О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

11. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

12. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

13. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks : Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

14. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

УДК 658.8:001.894

МАРКЕТИНГОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

Ткачова Надія Петрівна,
кандидат наук, доцент,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто сутність та складові маркетингового забезпечення наукових розробок. Виокремлено п'ять ключових елементів програми маркетингу: маркетингові дослідження ринку, товарна політика, цінова стратегія, збутова політика та комунікаційна політика. Розкрито їх роль у комерціалізації інновацій та підвищенні конкурентоспроможності наукових установ. Доведено, що комплексне застосування маркетингових інструментів сприяє ефективному впровадженню результатів наукової діяльності у господарський обіг.*

Ключові слова: *маркетинг, наукові розробки, інновації, товарна політика, цінова стратегія, збут, комунікації, комерціалізація.*

Abstract. *The report considers the essence and components of marketing support for scientific developments. Five key elements of the marketing program are allocated: marketing market research, product policy, pricing strategy, sales policy and communication policy. Their role in commercialization of innovations and increasing the competitiveness of scientific institutions is revealed. It is proved that the complex application of marketing tools contributes to the effective implementation of the results of scientific activity in the field of economic turnover.*

Keywords: *marketing, scientific developments, innovations, product policy, pricing strategy, sales, communications, commercialization.*

У сучасній економіці наукові розробки відіграють ключову роль, адже саме вони стають основою для інноваційних продуктів, технологій і послуг. Проте навіть найцінніша розробка не має успіху без правильного просування на ринку. Саме тому маркетингове забезпечення наукових розробок виступає критично важливим інструментом, що поєднує інноваційну діяльність із потребами суспільства та бізнесу. Воно дозволяє знизити ризики невдач, оптимізувати процес виходу інновацій на ринок та підвищити їхню комерційну привабливість.

Сучасні тенденції світового ринку демонструють зростання конкуренції у сфері високих технологій та інновацій. Для України, яка прагне інтегруватися у глобальний науково-технологічний простір,

особливого значення набуває ефективне маркетингове забезпечення наукових розробок. Його впровадження сприяє комерціалізації результатів досліджень, залученню інвестицій, розширенню партнерських відносин і формуванню позитивного іміджу наукових установ та університетів.

Складові програми маркетингу наукових розробок пропонується використовувати в наступному складі.

1. **Маркетингові дослідження ринку**. Ця складова передбачає вивчення потреб споживачів, тенденцій ринку та конкурентного середовища. Наукові розробки повинні відповідати запитам цільових сегментів, інакше вони залишаться лише у вигляді лабораторних прототипів. Маркетингові дослідження дозволяють визначити перспективні напрями розвитку, оцінити потенційну місткість ринку та рівень ризиків. Це перший крок до перетворення інновацій на комерційно успішні продукти.

2. **Формування товарної політики**. Товарна політика охоплює розробку концепції інноваційного продукту, визначення його характеристик, унікальних переваг і життєвого циклу. Важливо сформувати правильне позиціонування розробки, яке підкреслює її конкурентні відмінності. Сюди також входить створення бренду, який сприяє впізнаваності продукту на ринку. Завдяки грамотній товарній політиці наукова розробка отримує комерційно привабливу форму.

3. **Цінова стратегія.** Правильне визначення ціни на інноваційний продукт є складним завданням, адже необхідно врахувати витрати на дослідження та розробку, рівень новизни технології та платоспроможність споживачів. Цінова стратегія може включати підхід «скринінгу» (висока ціна для швидкого відшкодування витрат) або «проникнення» (нижча ціна для швидкого захоплення ринку). Вибір цінової політики визначає швидкість і масштаб комерціалізації розробки.

4. **Збутова політика (канали розповсюдження).** Ефективне просування наукових розробок залежить від правильно організованої системи збуту. Це можуть бути прямі продажі, співпраця з бізнес-партнерами, участь у виставках, інкубаторах чи онлайн-платформах. Важливо забезпечити доступність продукту для цільової аудиторії. Оптимально вибудувані канали збуту дозволяють зменшити витрати та прискорити вихід на ринок.

5. **Комунікаційна політика (просування).** Комунікації спрямовані на формування попиту і довіри до нової розробки. Це включає рекламу, PR, цифровий маркетинг, наукові презентації, участь у конференціях та

форумах. Важливо забезпечити поєднання інформаційного та іміджевого впливу. Завдяки комунікаційній політиці створюється позитивний образ інновацій і підвищується ймовірність їхнього комерційного успіху.

У табл. 1 представлено порівняння економічних характеристик складових програми маркетингу наукової продукції.

Таблиця 1.

Порівняння економічних характеристик складових програми маркетингу наукової продукції

Складова	Сутність	Практичне значення
Маркетингові дослідження ринку	Аналіз попиту, пропозиції, конкурентів та ризиків.	Допомагає визначити перспективність і напрям розвитку наукової розробки.
Формування товарної політики	Визначення характеристик продукту, його бренду і позиціонування.	Створює конкурентні переваги і робить розробку привабливою для ринку.
Цінова стратегія	Встановлення ціни з урахуванням витрат, попиту та конкурентних умов.	Забезпечує відшкодування витрат і підвищує доступність продукту.
Збутова політика	Організація каналів продажу та розповсюдження інноваційного продукту.	Забезпечує ефективне донесення розробки до кінцевого споживача.
Комунікаційна політика	Реклама, PR, цифровий маркетинг, презентації та участь у форумах.	Формує попит, підвищує впізнаваність і довіру до продукту.

Маркетингове забезпечення наукових розробок є комплексним інструментом, що охоплює дослідження ринку, формування товарної та цінової політики, організацію збуту та комунікацій. Воно забезпечує перехід інновацій від стадії лабораторних досліджень до практичного впровадження та комерціалізації. Ефективна маркетингова програма

сприяє залученню інвестицій, зростанню конкурентоспроможності наукових установ і підвищує значущість наукових розробок для економіки та суспільства.

Список використаних джерел

1. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.
2. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність : магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.
3. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.
4. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://DOI.org/10.32782/dees.10-27.
5. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.
6. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.
7. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.
8. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.
9. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.
10. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.
11. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.
12. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

13. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

14. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

УДК 338.5:001.8(477)

ФОРМУВАННЯ СОБІВАРТОСТІ НАУКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Чернишенко Олена Іванівна,
аспірант,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто економічну сутність формування собівартості наукової продукції, її специфіку та складові. Визначено особливості обліку витрат у сфері наукових досліджень і розробок, а також запропоновано напрями удосконалення методів калькулювання. Обґрунтовано необхідність запровадження нормативно-методичної бази, проектно-орієнтованого методу та міжнародних стандартів у сфері управління інтелектуальною власністю. Отримані результати мають практичне значення для оптимізації фінансово-економічної діяльності інноваційних підприємств і наукових установ.*

Ключові слова: *собівартість, наукова продукція, інноваційна діяльність, витрати, проєктний підхід, управлінський облік, інтелектуальна власність.*

Abstract. *The report considers the economic essence of the formation of the cost of scientific products, its specifics and components. The peculiarities of cost accounting in the field of research and development are determined, as well as the directions for improving the methods of calculation are proposed. The need to introduce a regulatory and methodological framework, a project-oriented method and international standards in the field of intellectual property management is substantiated. financial and economic activities of innovative enterprises and scientific institutions.*

Keywords: *cost, scientific products, innovative activity, costs, project approach, management accounting, intellectual property.*

У сучасних умовах економічного розвитку вагоме значення має інноваційна діяльність та створення наукової продукції, що забезпечує конкурентоспроможність підприємств і національної економіки загалом. Формування собівартості наукової продукції є складним і багатофакторним процесом, оскільки така продукція не має масового характеру, а її створення пов'язане з високими ризиками, значними інтелектуальними витратами та тривалістю розробок. Тому питання визначення реальних витрат на розробку та комерціалізацію наукових результатів є ключовим для управління фінансово-економічною діяльністю інноваційних структур.

Формування собівартості наукової продукції має вирішальне значення для промислового підприємства, адже допомагає в сфері інноваційної діяльності розв'язати важливі задачі:

- обґрунтування цінової політики наукових установ та інноваційних підприємств;
- визначення ефективності науково-дослідних робіт;
- прийняття управлінських рішень щодо інвестицій у дослідження;
- залучення грантів, венчурного капіталу та державного фінансування.

В умовах інтеграції України до світового наукового простору і зростання конкуренції у сфері інновацій, формування собівартості наукової продукції стає одним із центральних завдань фінансового менеджменту у сфері науки та технологій.

Собівартість наукової продукції – це сукупність витрат, пов'язаних зі створенням, розробкою, апробацією та впровадженням наукових результатів. Вона охоплює як прямі витрати (оплата праці науковців, матеріальні витрати, спеціальне обладнання, енергія, амортизація), так і непрямі витрати (адміністративні, витрати на інформаційне забезпечення, маркетинг, комунікації).

Структура собівартості наукової продукції включає прямі витрати (зарплата науковців, матеріали, обладнання), непрямі витрати (адміністративні, управлінські, амортизація), витрати на комерціалізацію (маркетинг, PR, патентування), інноваційні ризики (витрати на доопрацювання, невдалі експерименти) та враховує зовнішнє фінансування (гранти, інвестиції), яке впливає на загальні витрати та звітність за проєктом.

1. Прямі витрати: заробітна плата науковців та інженерів, матеріали та реактиви, спеціальне обладнання й прилади, витрати на енергію та

комунальні послуги (ці витрати безпосередньо пов'язані зі створенням наукового продукту і становлять його основну частину).

2. Непрямі витрати: адміністративні витрати, витрати на управління проєктом, амортизація будівель та офісного обладнання, інформаційне та програмне забезпечення (ці витрати розподіляються між кількома проєктами і відображають загальні витрати установи, а не конкретного продукту).

3. Витрати на комерціалізацію: маркетингові дослідження, реєстрація прав інтелектуальної власності, реклама, PR та просування, ліцензування та патентування (ці витрати забезпечують вихід наукової продукції на ринок та підвищують її конкурентоспроможність).

4. Інноваційні ризики: витрати на доопрацювання, витрати у разі невдалих експериментів, резерви на непередбачувані потреби (відображають специфіку високої невизначеності результатів наукових розробок).

5. Зовнішнє фінансування: гранти та цільові програми, венчурні інвестиції, державна підтримка (впливають на зниження внутрішніх витрат установи, але потребує прозорої звітності перед донорами та інвесторами).

Особливості формування собівартості наукової продукції пропонується звести до наступних методичних положень.

1. **Висока частка витрат на інтелектуальну працю**. Основним ресурсом є знання та кваліфікація персоналу.

2. **Тривалий цикл створення**. Наукова продукція часто не має миттєвого результату, а вимагає тривалих досліджень.

3. **Невизначеність кінцевого результату**. Не кожна розробка має гарантований комерційний ефект.

4. **Вплив зовнішнього фінансування**. Часто витрати покриваються за рахунок грантів, державних програм, що впливає на структуру собівартості.

5. **Індивідуальний характер продукції**. На відміну від масових товарів, наукова продукція є унікальною, що ускладнює уніфікацію витрат.

З метою покращення науково-методичних підходів до формування собівартості наукової продукції пропонується наступне.

1. **Запровадження нормативно-методичної бази формування собівартості.** Це дозволить уніфікувати підхід до визначення витрат, забезпечити прозорість фінансування та підвищити довіру інвесторів.

2. **Використання проєктно-орієнтованого методу калькулювання витрат.** Оскільки наукова продукція створюється у межах окремих

проєктів, доцільно застосовувати методику обліку витрат за проєктами з деталізацією прямих і непрямих витрат.

3. **Застосування міжнародних стандартів обліку інтелектуальної власності.** Це сприятиме коректному відображенню нематеріальних активів у структурі собівартості та їх подальшій комерціалізації.

4. **Впровадження інструментів управлінського обліку та контролінгу.** Вони забезпечать моніторинг витрат, підвищення економічної ефективності та раціональне використання ресурсів у процесі наукової діяльності.

Пропонована структура витрат на створення наукової продукції представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

Структура витрат промислового підприємства на створення наукової продукції

Група витрат	Складові елементи	Характеристика
Прямі витрати	Заробітна плата науковців та інженерів. Матеріали та реактиви. Спеціальне обладнання й прилади. Витрати на енергію та комунальні послуги.	Безпосередньо пов’язані зі створенням наукового продукту, складають основну частину витрат.
Непрямі витрати	Адміністративні витрати. Витрати на управління проєктом. Амортизація будівель, офісного обладнання. Інформаційне та програмне забезпечення.	Розподіляються між кількома проєктами; відображають загальні витрати установи.
Витрати на комерціа-лізацію	Маркетингові дослідження. Реєстрація прав інтелектуальної власності. Реклама, PR та просування. Ліцензування та патентування.	Забезпечують вихід наукової продукції на ринок, підвищують її конкурентоспроможність.

Група витрат	Складові елементи	Характеристика
Інноваційні ризики	Витрати на доопрацювання. Витрати у разі невдалих експериментів. Резерви на непередбачувані потреби.	Відображають специфіку високої невизначеності результатів наукових розробок.
Зовнішнє фінансування	Гранти та цільові програми. Венчурні інвестиції. Державна підтримка.	Впливають на зниження внутрішніх витрат установи, але потребують прозорої звітності.

Формування собівартості наукової продукції є складним багаторівневим процесом, що відображає специфіку інноваційної діяльності. Ефективна методологія розрахунку витрат забезпечує прозоре ціноутворення, підвищує конкурентоспроможність результатів наукових досліджень та сприяє залученню інвестицій. Запровадження проєктно-орієнтованого підходу, міжнародних стандартів і системи контролінгу дозволить оптимізувати фінансово-економічну діяльність наукових установ і сприятиме розвитку інноваційної економіки України.

Список використаних джерел

1. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

2. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квіт. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

3. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

4. Перерва П. Г. Організація та управління інноваційною діяльністю : підручник / за ред. П. Г. Перерви, С. А. Меховича, М. І. Погорєлова. – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – 1025 с.

5. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

6. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance

program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

7. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

8. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

9. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

10. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

11. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.

12. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.

13. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

14. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

УДК 338.24:347.77]:623(477)

ЕКОНОМІКО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ КОМЕРЦІАЛІЗАЦІЇ ВІЙСЬКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Євсєєв Андрій Сергійович,
аспірант,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *Досліджено економіко-правові засади комерціалізації військових технологій та розробок у контексті сучасних викликів національної безпеки й інтеграції України у світовий економічний та інноваційний простір. Розкрито*

сутність поняття «комерціалізація військових технологій», визначено її правові та економічні механізми, окреслено особливості нормативно-правового регулювання у сфері трансферу технологій подвійного та військового призначення. Значну увагу приділено проблемам ефективності управління інноваціями у військово-промисловому комплексі, формуванню інституційного середовища та умов для державно-приватного партнерства. Обґрунтовано роль міжнародного співробітництва та залучення інвестицій у процес комерціалізації, а також окреслено напрями вдосконалення національної моделі управління комерціалізацією військових розробок.

Ключові слова: *комерціалізація, військові технології, економіко-правові засади, інновації, військово-промисловий комплекс, державно-приватне партнерство, трансфер технологій, національна безпека.*

Abstract. *The article examines the economic and legal foundations of commercialization of military technologies and developments in the context of modern challenges to national security and integration of Ukraine into the world economic and innovation space. The essence of the concept of «commercialization of military technologies» is revealed, its legal and economic mechanisms are defined, the features of regulatory regulation in the field of dual-use and military technology transfer are outlined. the effectiveness of innovation management in the military-industrial complex, the formation of an institutional environment and conditions for public-private partnership. The role of international cooperation and attracting investments in the process of commercialization is substantiated, as well as the directions for improving the national model of management of commercialization of military developments are outlined.*

Keywords: *commercialization, military technologies, economic and legal foundations, innovations, military-industrial complex, public-private partnership, technology transfer, national security.*

Сучасні глобальні трансформації та загострення безпекових викликів зумовлюють необхідність пошуку нових шляхів зміцнення обороноздатності держави, водночас забезпечуючи економічний розвиток через комерціалізацію результатів військових досліджень і технологій. У провідних країнах світу саме військово-промисловий комплекс виступає драйвером науково-технічного прогресу, забезпечуючи трансфер інновацій у цивільні сфери та сприяючи формуванню високотехнологічних ринків. Для України, яка перебуває у стані збройного протистояння та водночас прагне інтеграції у світову економіку, проблема комерціалізації військових технологій набуває особливої актуальності.

Актуальність дослідження визначається наступними положеннями: посилення ролі інновацій та технологічних рішень у сфері національної безпеки; потреба у формуванні правової бази для регулювання трансферу військових технологій; необхідність залучення інвестицій та створення

умов для державно-приватного партнерства; важливість інтеграції України у міжнародні технологічні ринки; забезпечення економічного ефекту від використання оборонних розробок у цивільних галузях.

Військові технології мають глибокі економічні та правові аспекти: їх економічна сутність полягає в стимулюванні інновацій, створенні робочих місць і формуванні військово-промислового комплексу, а правова сутність – у регулюванні їх розробки, застосування та поширення, зокрема, міжнародним правом прав гуманітарних конвенцій, що забороняють або обмежують використання певних видів зброї.

Економічна сутність військових технологій включає в себе наступні чотири концептуальних аспекти:

– *інновації та розвиток:* розробка нових військових технологій стимулює науково-технічний прогрес, що може мати позитивний вплив і на цивільні сфери, створюючи передумови для нових галузей промисловості та економічного зростання;

– *військово-промисловий комплекс (ВПК):* військові технології є основою ВПК, що є значним сектором економіки, який створює робочі місця, генерує прибутки та впливає на державні бюджети через закупівлю озброєнь;

– *конкуренція та експорт:* виробництво та продаж військових технологій є конкурентним бізнесом, де країни та компанії змагаються за частку світового ринку озброєнь, що призводить до експортно-імпортних операцій;

– *військово-економічний цикл:* загальні витрати на озброєння часто створюють так званий «військово-економічний цикл», де витрати на оборону впливають на економіку, а економічна політика, своєю чергою, впливає на оборонні витрати.

Правова сутність військових технологій включає в себе наступні чотири концептуальних аспекти:

– *міжнародне гуманітарне право*: це основний напрямок правового регулювання військових технологій. Міжнародні конвенції, такі як Женевські конвенції та їхні Додаткові протоколи, забороняють або обмежують використання певних видів зброї, які є надмірно шкідливими або мають невибірковий характер;

– *обмеження та заборона зброї*: існують угоди, що забороняють або обмежують розробку, виробництво та застосування певних видів зброї

масового знищення (хімічної, біологічної, ядерної) та інших застарілих чи надто негуманних видів зброї;

– *правовий статус «подвійного призначення»:* багато військових технологій можуть мати також цивільне застосування (подвійне призначення). Їх експорт та поширення регулюються відповідними національними та міжнародними правилами, щоб запобігти їхньому потраплянню до несанкціонованих осіб чи груп;

– *відповідальність*: правове регулювання також стосується відповідальності за порушення норм міжнародного гуманітарного права під час використання військових технологій, а також за незаконний продаж або поширення зброї.

Рис. 1. Особливості військових технологій.
Джерело: сформовано автором

Комерціалізація військових технологій – це процес використання військових розробок та технологій (часто цивільних) для створення прибуткових продуктів і послуг на цивільному ринку, шляхом їх інтеграції в мирне виробництво, внесення до статутного капіталу компаній або продажу прав на них.

Пропонується наступна технологія комерціалізації військових технологій.

1. **Створення нових продуктів**: військові технології адаптуються та перетворюються на продукти для цивільних потреб, які можуть бути привабливими для споживачів.

2. **Інтеграція у виробництво**: технології можуть використовуватися безпосередньо у власному виробництві компаній, створюючи унікальні продукти та послуги.

3. **Продаж та ліцензування**: права на використання військових технологій можуть продаватися або передаватися іншим компаніям за ліцензійними угодами, що приносить прибуток.

4. **Участь у статутних капіталах**: Об’єкти інтелектуальної власності, що є результатом військових розробок, можуть бути додані як внески до статутного капіталу підприємств.

Звертаємо увагу на певні особливості процесу комерціалізації військових технологій, пов’язаних з їх цілями та важливістю:

- двонаправлений потік: комерціалізація може відбуватися в обох напрямках, інновації цивільного сектору можуть бути використані у військових цілях, а військові технології – у цивільному;
- прибуткова діяльність: метою є отримання прибутку шляхом використання передових технологій, які користуються попитом на ринку;
- створення цінності: це діяльність, спрямована на вироблення унікального продукту або послуги, що дає значну цінність для суспільства та економіки.

Комерціалізація військових технологій виступає не лише інструментом підвищення обороноздатності держави, а й важливим чинником економічного розвитку та інтеграції у світовий інноваційний простір. Економіко-правові засади цього процесу в Україні потребують удосконалення з огляду на виклики війни, необхідність залучення інвестицій та створення сприятливого інституційного середовища. Перспективними напрямами є розвиток державно-приватного партнерства, гармонізація законодавства з міжнародними стандартами, розширення

експортних можливостей оборонних технологій та їх використання у цивільному секторі.

Список використаних джерел

1. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.
2. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.
3. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.
4. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.
5. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.
6. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire. Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квіт. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.
7. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.
8. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.
9. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.
10. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.
11. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.
12. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI:

https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

13. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

14. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

УДК 338.5:001.8(477)

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ЦІНИ НАУКОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Климентова Марія Віталіївна,
аспірант,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді досліджено підходи до формування ціни наукової продукції, що має специфічні характеристики у порівнянні з іншими видами товарів та послуг. Розглянуто фактори, які впливають на визначення вартості результатів науково-дослідної діяльності, зокрема інноваційність, унікальність, ступінь новизни та рівень науково-технічного ризику. Проаналізовано економічні, ринкові та ціннісні підходи до ціноутворення у сфері науки. Запропоновано узагальнену систему критеріїв, що забезпечує обґрунтованість визначення ціни наукової продукції. Зроблено висновок про необхідність комплексного використання різних методів ціноутворення з урахуванням стратегічних інтересів держави, бізнесу та наукових установ.*

Ключові слова: *наукова продукція, ціноутворення, вартість знань, інноваційний продукт, науково-технічний прогрес.*

Abstract. *The report investigates approaches to the formation of the price of scientific products that have specific characteristics in comparison with other types of goods and services. Factors that affect the determination of the cost of research results, in particular, innovation, uniqueness, degree of novelty and level of scientific and technical risk, are considered. Economic, market and value approaches to pricing in the field of science are analyzed. validity of determining the price of scientific products. It is concluded that it is necessary to use various pricing methods in a comprehensive manner, taking into account the strategic interests of the state, business and scientific institutions.*

Keywords: *scientific products, pricing, cost of knowledge, innovative product, scientific and technological progress.*

У сучасних умовах науково-технічного прогресу та цифрової економіки результати наукової діяльності набувають стратегічного значення для розвитку національної економіки та підвищення її конкурентоспроможності. Наукова продукція відрізняється від традиційних товарів тим, що вона має інтелектуальну природу, не завжди матеріальне втілення, а її цінність визначається не лише витратами на створення, але й унікальністю, новизною та можливістю комерційного використання.

Актуальність проблеми полягає у тому, що відсутність єдиних методичних підходів до формування ціни наукової продукції призводить до складнощів у комерціалізації результатів досліджень, уповільнює процес трансферу технологій і знижує інноваційну активність підприємств та наукових установ.

Науково-методичні підходи до формування ціни наукової продукції – це система принципів і методів, що враховують витрати, попит та конкуренцію для встановлення адекватної вартості наукових розробок, послуг або результатів досліджень. Вони включають витратні методи (на основі собівартості), методи ціноутворення за рівнем попиту (орієнтація на сприйняття цінності покупцем) та методи, що базуються на аналізі цін конкурентів.

Пропонується науково-методичний огляд наукових підходів до формування ціни наукової продукції. В цьому плані зауважимо, що визначення ціни наукової продукції є багатофакторним процесом, що базується на поєднанні економічних, інноваційних та ринкових аспектів. Виділяють кілька основних підходів:

1. **Затратний підхід.** Базується на обчисленні фактичних витрат на виконання науково-дослідних робіт, включаючи заробітну плату науковців, вартість обладнання, матеріалів, енергії та накладних витрат. Ціна формується шляхом додавання прибуткової надбавки. Недоліком є обмежене відображення реальної ринкової цінності результатів, особливо у випадках високої інноваційності.

2. **Ринковий підхід.** Визначається через аналіз попиту і пропозиції на аналогічні наукові розробки, ліцензії, патенти чи технології. Перевагою є орієнтація на реальний ринок, однак, складність виникає через унікальність більшості наукових результатів та відсутність прямих аналогів.

3. **Ціннісний підхід (вартісно-орієнтований).** Оцінка базується на потенційній економічній вигоді від впровадження наукового продукту у

виробництво чи бізнес-процеси. Вартість визначається як частка очікуваного економічного ефекту, згенерованого використанням інновації. Такий підхід найточніше враховує стратегічну значущість наукових результатів.

4. **Комбінований підхід.** Передбачає поєднання затратного, ринкового та ціннісного методів. Найбільш поширений у практиці трансферу технологій, коли враховуються як витрати, так і майбутні вигоди, а також рівень попиту на ринку.

5. **Інституційно-правовий підхід.** Орієнтується на нормативно-правові акти, державну політику у сфері науки й інновацій, стандарти та регламенти. У цьому випадку ціна часто формується в умовах державного фінансування або замовлення.

У таблиці 1 наведено порівняння науково-методичних підходів до формування ціни наукової продукції, визначено їх сутність, основні переваги та найбільш суттєві недоліки.

Таблиця 1.

Порівняння підходів до формування ціни наукової продукції

Підхід	Сутність	Переваги	Недоліки
Затратний	Визначення ціни на основі фактичних витрат на створення наукової продукції з додаванням прибуткової надбавки.	Проста методика; прозорість розрахунків; враховує витрати установи.	Не враховує ринковий попит; занижує вартість у разі унікальних чи проривних результатів.
Ринковий	Орієнтація на ціни аналогічних розробок, патентів чи ліцензій на ринку.	Враховує кон’юнктуру ринку; забезпечує комерційну конкурентність.	Часто відсутні прямі аналоги; складність оцінки унікальних розробок.

Підхід	Сутність	Переваги	Недоліки
Ціннісний (вартісний)	Ціна формується на основі очікуваного економічного ефекту від впровадження розробки.	Відображає реальну економічну користь; стимулює інноваційність.	Складність прогнозування майбутніх вигід; високий рівень ризику.
Комбіно-ваний	Поєднання затратного, ринкового та ціннісного підходів.	Найбільш обґрунтований; дозволяє врахувати всі ключові фактори; гнучкий у використанні.	Складність методики; потреба у великому обсязі інформації.
Інституційно-правовий	Формування ціни відповідно до державних норм, замовлень чи стандартів.	Враховує державні пріоритети; застосовується у бюджетному фінансуванні та тендерах.	Може ігнорувати ринкові реалії; ціна часто нижча за реальну вартість інновації.

Формування ціни наукової продукції є складним і багатовимірним процесом, що не може обмежуватися лише економічними показниками. Важливим є врахування унікальності знань, можливостей їх практичного застосування, рівня наукового ризику та довгострокових вигід для суспільства. Найбільш ефективним є комбінований підхід, який поєднує витратні та ринкові фактори з оцінкою потенційної економічної цінності. Таким чином, оптимізація системи ціноутворення на наукову продукцію сприятиме розвитку ринку інтелектуальної власності, прискоренню комерціалізації інновацій та забезпеченню стійкого економічного зростання.

У результаті проведеного автором дослідження найбільш ефективних та широко використовуваних методів ціноутворення на наукову продукцію можемо стверджувати, що цінові стратегії є надійним та ефективним засобом досягнення конкурентних переваг підприємства, а ціноутворення становить дудже важливий елемент маркетингової політики. Виявлено основні відмінності в підходах, їх переваги та

недоліки, при дослідженні та розумінні проблем ціноутворення на наукову продукцію. Дослідники (в особливій мірі вітчизняні) найбільшу увагу приділяють загально-теоретичним факторам ціноутворення, витрат, методам розрахунку ціни замість того, щоб визначити, як конкретній організації поводити себе в довгостроковому періоді і які найбільш раціональні рішення приймати в поточному періоді часу, щоб ефективно забезпечити покриття всіх витрат на свою виробничо-комерційну діяльність та підвищити конкурентоспроможність як самого підприємства, так і продукції, яку воно виробляє. Дослідження теорії та методів ціноутворення мають за мету знаходження оптимального рішення практичних проблем у різного роду наукової продукції, що виробляється в результаті інноваційної діяльності підприємства, надасть змогу відповісти на ті нагальні проблеми теорії і практики ціноутворення в сфері інноваційної та інтелектуальної діяльності підприємств та організацій, на які українська наука ще не в повній мірі сформувала відповіді через своє абстрагування від сьогодення, від тих реалій, з якими стикається підприємство в своїй виробничо-комерційній діяльності та на своєму цільовому ринку.

Список використаних джерел

1. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt, 2019. – 689 p.

2. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

3. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

4. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

5. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

6. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.

7. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістер. курс : підручник – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.

8. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квіт. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

9. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

10. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

11. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

12. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

13. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

14. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

УДК 339.138:001.8]:[005.336.3:378.4]]

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВАРТІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ БРЕНДУ УНІВЕРСИТЕТУ

Мирошник Тетяна Олегівна,
аспірант,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді досліджено економічну сутність та сучасні методи вартісного оцінювання бренду університету. Розглянуто витратний, ринковий та доходний підходи, а також обґрунтовано необхідність їх комплексного використання з урахуванням специфіки освітньої сфери. Запропоновано адаптацію міжнародних*

методик (Interbrand, Brand Finance) до умов університетської діяльності та впровадження системи індикаторів нематеріальної цінності. Отримані результати можуть бути використані для стратегічного управління брендом університету, підвищення його конкурентоспроможності та залучення інвестицій.

Ключові слова: *бренд університету, вартісне оцінювання, нематеріальні активи, витратний метод, ринковий метод, доходний метод, конкурентоспроможність.*

Abstract. *The report investigates the economic essence and modern methods of cost assessment of the university brand. The cost, market and income approaches are considered, as well as the need for their integrated use taking into account the specifics of the educational sphere is substantiated. The adaptation of international methods (Interbrand, Brand Finance) to the conditions of university activity and the introduction of a system of indicators of intangible value are proposed. managing the university's brand, increasing its competitiveness and attracting investments.*

Keywords: *University brand, value valuation, intangible assets, cost method, market method, income method, competitiveness.*

У сучасних умовах глобалізації та зростання конкуренції у сфері вищої освіти університети дедалі частіше розглядають свій бренд як стратегічний актив. Бренд університету виконує важливу роль у формуванні його репутації, привабливості для абітурієнтів, науковців і міжнародних партнерів. Саме від сили бренду залежить конкурентоспроможність закладу на національному та світовому ринку освітніх послуг.

Вартісне оцінювання бренду університету дає можливість кількісно визначити його ринкову цінність, ефективність маркетингових стратегій та інвестиційну привабливість.

Проблема оцінювання бренду університету є надзвичайно актуальною з таких причин:

- інтернаціоналізація освіти призводить до зростання конкуренції за студентів, викладачів та грантові ресурси;
- репутація та імідж перетворюються на ключовий фактор вибору університету;
- інвестиції в освіту та наукову діяльність потребують прозорих механізмів оцінки їх віддачі;
- державна політика у сфері освіти орієнтується на світові рейтинги, де бренд виступає показником успішності.

Таким чином, вартісне оцінювання бренду університету виступає важливим інструментом стратегічного управління та підвищення його конкурентоспроможності.

Методи оцінювання бренду університету включають аналіз репутації, впізнаваності, емоційного сприйняття та фінансової цінності університету в очах його ключових аудиторій – студентів, викладачів, роботодавців та суспільства в цілому. Це дозволяє зрозуміти ефективність стратегії брендингу, виявити сильні та слабкі сторони, а також сформувати унікальний позитивний імідж. Оцінювання бренду університету є частиною безперервного процесу брендингу, який допомагає:

- виділитись серед конкурентів;
- створити позитивний та стійкий імідж;
- підвищити лояльність: студентів та випускників;
- залучити талановитих абітурієнтів та висококваліфікованих фахівців;
- забезпечити сталий розвиток університету.

Бренд університету – це нематеріальний актив, який акумулює репутаційний капітал, довіру стейкхолдерів, унікальність освітніх програм і наукових розробок. Його вартість формується на основі таких складових:

- ***іміджева складова*** (впізнаваність університету, його позиції у рейтингах);
- ***освітня складова*** (якість програм, працевлаштування випускників);
- ***наукова складова*** (рівень публікацій, цитованість, міжнародні проекти);
- ***соціальна складова*** (роль у розвитку регіону, соціальна відповідальність).

Основні методи вартісного оцінювання бренду вищого навчального закладу пропонується поділити на три групи:

1. **Витратні методи** – оцінка бренду на основі витрат на його створення та просування.
2. **Ринкові методи** – визначення вартості бренду за аналогією з подібними об’єктами на ринку.
3. **Дохідні методи** – оцінка на основі майбутніх грошових потоків, які генерує бренд (наприклад, зростання кількості студентів, грантів, контрактних програм).

Для підвищення ефективності розглянутих методів формування бренду вищого навчального закладу пропонуються наступні позиції їх удосконалення та розвитку.

1. **Адаптація міжнародних методик (Interbrand, Brand Finance) до освітнього середовища:** це забезпечить зіставність оцінки брендів українських університетів із провідними світовими.

2. **Комплексний підхід до оцінювання:** доцільно поєднувати витратні, ринкові та доходні методи, щоб уникнути однобокості оцінки.

3. **Впровадження індикаторів нематеріальної цінності: п**ропонується враховувати показники академічної репутації, індекс цитованості науковців, міжнародні партнерства.

4. **Формування методичних рекомендацій на рівні Міністерства освіти і науки:** це сприятиме уніфікації підходів до оцінювання брендів університетів і їх застосуванню у фінансовому та стратегічному плануванні.

Економічна характеристика методів вартісного оцінювання бренду університету представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

Економічна характеристика методів вартісного оцінювання бренду університету

Метод	Сутність	Переваги	Недоліки	Сфери використання
Витрат-ний	Вартість бренду визначається сумою витрат на його створення, просування та підтримку.	Простота розрахунків. Можливість обґрунтування витрат у фінансовій звітності. Прозорість для інвесторів.	Не враховує майбутні вигоди. Не відображає ринкову цінність бренду. Застаріває з часом.	Планування бюджету, аналіз ефективності маркетингових кампаній, внутрішній аудит витрат.

Метод	Сутність	Переваги	Недоліки	Сфери використання
Ринковий	Оцінка на основі порівняння з аналогічними брендами на ринку (університети-конкуренти).	Відображає реальну ринкову ситуацію. Дає об'єктивну картину порівняння. Орієнтований на інвесторів.	Складність пошуку аналогів. Нестача відкритих даних у сфері освіти. Може спотворювати оцінку через унікальність університету.	Міжнародні та національні рейтинги, стратегічні альянси, порівняльний аналіз конкурентів.
Дохідний	Вартість бренду визначається як теперішня вартість майбутніх грошових потоків, які генерує бренд.	Орієнтований на перспективу. Враховує потенціал розвитку. Дозволяє прогнозувати ефективність управління брендом.	Висока складність розрахунків. Необхідність прогнозування доходів. Вразливість до суб'єктивних припущень.	Стратегічне планування, залучення інвестицій і грантів, оцінка ефективності міжнародних проектів.

Вартісне оцінювання бренду університету є важливим інструментом підвищення його конкурентоспроможності та ефективності управління. Бренд як нематеріальний актив формує довгострокову цінність для студентів, партнерів і суспільства. Для українських університетів доцільним є застосування комплексного підходу до оцінювання, який поєднує міжнародні методики та специфічні освітні індикатори. Це дозволить не лише визначити реальну цінність бренду, а й ефективно управляти ним у контексті розвитку освітнього ринку та інтеграції до світового академічного простору.

Список використаних джерел

1. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. –

№ 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

2. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. / Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

3. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

4. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

5. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V.M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

6. Pererva P. G., Kobielieva T.O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

7. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

8. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.

9. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.

10. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квіт. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

11. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

12. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

13. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

14. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

УДК 658.8:[355.02:623:001.895]](477)

ОСОБЛИВОСТІ МАРКЕТИНГУ ОБОРОННИХ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Перерва Петро Григорович,
доктор наук, професор,
Косенко Софія Андріївна,
студентка,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто сутність і специфіку маркетингу оборонних інноваційних технологій. Виокремлено основні особливості: залежність від державного замовлення, високий рівень секретності, вузьке коло споживачів, відповідність міжнародним стандартам та інноваційність продукції. Показано їх практичне значення для ефективного просування оборонних технологій. Зроблено висновок, що маркетинг у цій сфері є стратегічним інструментом забезпечення національної безпеки та інтеграції у світовий оборонно-промисловий комплекс.*

Ключові слова: *маркетинг, оборонні технології, інновації, державне замовлення, секретність, міжнародні стандарти, комерціалізація.*

Abstract. *The report considers the essence and specifics of marketing of defense innovative technologies. The main features are highlighted: dependence on state orders, high level of secrecy, a narrow circle of consumers, compliance with international standards and innovative products. Their practical importance for the effective promotion of defense technologies is shown. It is concluded that marketing in this area is a strategic tool for ensuring national security and integration into the world military-industrial complex.*

Keywords: *marketing, defense technologies, innovations, government procurement, secrecy, international standards, commercialization.*

Оборонні інноваційні технології посідають особливе місце в сучасному світі, адже вони безпосередньо впливають на національну безпеку, військову спроможність та стратегічну незалежність держави. Водночас їх розробка та просування на ринок відрізняються від традиційних товарів і послуг, оскільки вимагають врахування державної політики, міжнародних угод, високого рівня секретності та специфічних вимог замовників. Маркетинг оборонних інновацій поєднує класичні інструменти з особливими механізмами адаптації до умов оборонно-

промислового комплексу. У сучасних геополітичних умовах розвиток і впровадження оборонних технологій є одним із ключових факторів безпеки держави. Для України, яка перебуває в умовах воєнних викликів та одночасно інтегрується у світові безпекові структури, формування ефективних підходів до маркетингу оборонних інновацій є надзвичайно актуальним. Від цього залежить не лише здатність озброювати власні збройні сили, але й вихід на міжнародний ринок озброєнь, що може стати важливим джерелом економічного розвитку.

До найбільш важливих особливостей маркетингу оборонних інноваційних технологій пропонуємо віднести наступні.

1. **Державне регулювання та замовлення**. Основним споживачем оборонних технологій є держава, тому маркетинг у цій сфері підпорядковується державному замовленню, бюджетним обмеженням та політичним пріоритетам. Це зумовлює залежність виробників від воєнно-політичної стратегії країни. Учасники ринку повинні враховувати вимоги законодавства, тендерні процедури та стандарти оборонної сфери.

2. **Високий рівень секретності та безпеки**. Просування оборонних інновацій обмежене режимом секретності, що ускладнює використання традиційних інструментів реклами та комунікацій. Інформація про розробки поширюється лише серед вузького кола уповноважених осіб і організацій. Це потребує спеціальних форм взаємодії з клієнтами, зокрема закритих презентацій, демонстрацій і спеціалізованих виставок.

3. **Обмежене коло споживачів**. Ринок оборонних інновацій значно вужчий порівняно зі споживчим, адже він орієнтований на державні структури, військові підрозділи та міжнародні організації. Це зумовлює високий рівень конкуренції серед виробників за державні контракти. Водночас вузькість ринку компенсується великим обсягом угод і довгостроковими партнерськими відносинами.

4. **Міжнародні стандарти та співпраця.** Оборонні технології мають відповідати міжнародним нормам, угодам та системам стандартизації. Крім того, вихід на зовнішні ринки можливий лише за умов співпраці з іноземними компаніями та міждержавних домовленостей. Це ускладнює маркетингову стратегію, але відкриває можливості для інтеграції у глобальний оборонний простір.

5. **Інноваційний характер продукції.** Оборонні технології ґрунтуються на високих технологіях та наукових розробках. Їх маркетинг вимагає демонстрації не лише технічних характеристик, а й стратегічних переваг, таких, як ефективність, надійність і відповідність майбутнім

викликам. Це формує попит на постійне оновлення, модернізацію та післяпродажний супровід продукції.

У таблиці 1 представлено порівняння особливостей маркетингу оборонних інновацій.

Таблиця 1.

Особливості маркетингу оборонних інновацій

Особливість	Сутність	Практичне значення
Державне регулювання та замовлення	Залежність від державних тендерів, політики та бюджетів.	Формує пріоритети розробок та визначає обсяг замовлень.
Високий рівень секретності та безпеки	Обмежене поширення інформації, специфічні форми комунікацій.	Забезпечує захист технологій і знижує ризики витоку даних.
Обмежене коло споживачів	Основними клієнтами є державні органи та військові структури.	Зумовлює високу конкуренцію за контракти, але гарантує великі угоди.
Міжнародні стандарти та співпраця	Відповідність угодам, сертифікаціям і глобальним нормам.	Дозволяє виходити на міжнародні ринки та створювати стратегічні альянси.
Інноваційний характер продукції	Високотехнологічність і постійна модернізація оборонних рішень.	Підвищує ефективність оборонної системи та формує попит на нові розробки.

Маркетинг оборонних інноваційних технологій суттєво відрізняється від традиційного маркетингу через державний контроль, обмежене коло клієнтів, високий рівень секретності та необхідність дотримання міжнародних стандартів. Його ключова мета полягає у забезпеченні ефективного просування технологій в умовах специфічних ринкових і

політичних обмежень. Для України розвиток системи маркетингу в оборонній сфері є стратегічно важливим, оскільки сприяє зміцненню обороноздатності та підвищує конкурентоспроможність на міжнародному ринку озброєнь.

Список використаних джерел

1. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.
2. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.
3. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.
4. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.
5. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.
6. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.
7. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S.M. Illiashenko, W.Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.
8. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.
9. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.
10. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.
11. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.
12. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління

економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

13. Пешков А., Лега, О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

14. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

УДК 330.341.1:658.589]:001.8

МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Пономарьов Владислав Дмитрович,
аспірант,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто сутність та методи оцінювання ефективності інноваційної діяльності підприємства. Визначено значення інновацій для розвитку економіки та конкурентоспроможності підприємств. Охарактеризовано основні методи оцінки: фінансово-економічні, ринкові, експертні, інтегральні та комплексні. Показано їх переваги та обмеження. Доведено, що найбільш ефективним є застосування комбінованого підходу, який враховує не лише економічний ефект, а й стратегічні, соціальні та організаційні результати інноваційної діяльності.*

Ключові слова: *інноваційна діяльність, ефективність, методи оцінювання, фінансові показники, інноваційний розвиток.*

Abstract. *The report considers the essence and methods of evaluating the effectiveness of innovation activity of enterprise. The importance of innovations for the development of the economy and competitiveness of enterprises is determined. The main methods of assessment are characterized: financial-economic, market, expert, integral and complex. Their advantages and limitations are shown. It is proved that the most effective is the use of a combined approach, which takes into account not only the economic effect, but also strategic, social and organizational results of innovation activity.*

Keywords: *innovation activity, efficiency, assessment methods, financial indicators, innovative development.*

Сучасна економіка функціонує в умовах швидкої зміни технологій та посилення глобальної конкуренції. Для забезпечення стійкого розвитку підприємств необхідно постійно впроваджувати нові продукти, процеси та управлінські рішення. Проте ефективність інноваційної діяльності не завжди проявляється миттєво, а її результати можуть мати як короткостроковий, так і довгостроковий характер. Тому виникає потреба у використанні методів, що дозволяють оцінити економічну, соціальну та організаційну ефективність інноваційних процесів, а також їх вплив на конкурентоспроможність підприємства.

В умовах трансформаційної економіки України питання визначення ефективності інноваційної діяльності стає особливо актуальним. Відсутність чітких критеріїв та універсальної методики ускладнює процес ухвалення управлінських рішень, знижує інвестиційну привабливість інноваційних проєктів і стримує розвиток інноваційної інфраструктури. Оцінка ефективності інновацій є необхідною умовою для:

- визначення економічної доцільності впровадження нововведень;
- обґрунтування потреб у фінансуванні;
- вибору оптимальної стратегії розвитку підприємства;
- формування державної інноваційної політики.

Методи оцінювання ефективності інноваційної діяльності – це інструменти, що дозволяють визначити, наскільки успішним є процес створення, впровадження та використання інновацій, порівнюючи отримані результати з витраченими ресурсами та досягнутими цілями. Вони включають фінансові показники, такі, як рентабельність інвестицій (ROI) та внутрішня норма прибутку (IRR), а також нефінансові методи, що враховують рівень інноваційної активності та ступінь використання інноваційного потенціалу підприємства.

Розглянемо більш детально існуючі на цей час методи оцінювання ефективності інноваційної та інтелектуальної виробничо-комерційної діяльності промислового підприємства:

1. **Фінансово-економічні методи**. Включають аналіз таких показників, як чистий дисконтований дохід (NPV), внутрішня норма дохідності (IRR), період окупності інноваційних інвестицій (PP), індекс рентабельності (PI). Ці методи дозволяють оцінити економічну віддачу від інноваційних проєктів і є базовими для інвесторів. **Перевага:** кількісна точність. **Недолік:** ігнорування соціальних та довгострокових ефектів.

2. **Ринкові методи.** Орієнтовані на аналіз ринкової позиції підприємства після впровадження інновацій. Основними показниками є

частка ринку, рівень конкурентоспроможності продукції, швидкість виходу на ринок нових товарів. **Перевага:** враховує ринкові тенденції. **Недолік:** залежність від зовнішніх факторів та складність кількісної оцінки.

3. **Експертні методи**. Здійснюються на основі опитувань та оцінок спеціалістів у відповідній галузі. Використовуються методи Делфі, анкетування, багатокритеріальні експертні оцінки. **Перевага:** можливість врахування нематеріальних результатів (якість управління, імідж, рівень інноваційної культури). **Недолік:** суб'єктивність оцінок.

4. **Інтегральні методи**. Передбачають розрахунок узагальнюючих індикаторів, що поєднують економічні, соціальні, екологічні та організаційні показники. **Перевага***:* комплексність. **Недолік:** складність у визначенні вагових коефіцієнтів.

5. **Комплексний (системний) підхід**. Поєднує в собі всі вищезазначені методи з урахуванням стратегічних цілей підприємства. Він дозволяє оцінити не тільки безпосередній економічний ефект, але й вплив інновацій на розвиток кадрового потенціалу, імідж компанії та довгострокові конкурентні переваги.

Розгляд методів оцінювання економічної ефективності інноваційної діяльності промислових підприємств дозволяє стверджувати, що в цей час існують два типи методів оцінки.

Фінансові методи:

– рентабельність інвестицій (ROI): розраховує прибутковість інвестицій в інноваційні проєкти та дозволяє порівнювати ефективність різних інвестиційних вкладень;

– внутрішня норма прибутку (IRR): визначає ставку дисконтування, за якої сума майбутніх грошових потоків від інвестицій дорівнює витратам на ці інвестиції.

Нефінансові методи:

– оцінка інноваційного потенціалу: аналізує структуру наявних інноваційних можливостей підприємства та ступінь їх використання;

– оцінка інноваційної активності: характеризує загальний рівень інноваційної діяльності підприємства через показники, що відображають впровадження нових продуктів, технологій та процесів.

У таблиці 1 наведено порівняння науково-методичних підходів до визначення ефективності інноваційної діяльності промислового

підприємства, визначено їх сутність, основні переваги та найбільш суттєві недоліки.

Таблиця 1.

Методи оцінювання ефективності інноваційної діяльності підприємства

Метод	Сутність	Переваги	Недоліки
Фінансово-економіч-ний	Використання показників NPV, IRR, PI, терміну окупності інвестицій для визначення економічної віддачі інновацій.	Кількісна точність; зрозумілий для інвесторів та менеджменту.	Не враховує соціальні, організаційні та довгострокові ефекти.
Ринковий	Оцінка за зміною частки ринку, рівня конкуренто-спроможності продукції, швидкості виходу на ринок.	Орієнтація на реальну кон'юнктуру ринку; відображає конкурентні переваги.	Залежність від зовнішнього середовища; складність кількісного виміру.
Експерт-ний	Використання думок фахівців (метод Делфі, анкетування, багатокритеріальні оцінки).	Можливість врахування нематеріальних факторів: імідж, інноваційна культура.	Суб'єктивність оцінок; потреба у високій кваліфікації експертів.
Інтеграль-ний	Формування узагальнюючих індексів, що враховують економічні, соціальні, екологічні та організаційні ефекти.	Комплексність оцінки; можливість системного аналізу інноваційної діяльності.	Складність визначення вагових коефіцієнтів; висока трудомісткість.
Комплекс-ний (систем-ний)	Поєднання фінансових, ринкових, експертних та інтегральних методів відповідно до стратегії підприємства.	Найбільш об'єктивна оцінка; врахування як коротко-, так і довгострокових ефектів.	Високі вимоги до інформаційної бази; складність у реалізації на практиці.

Оцінювання ефективності інноваційної діяльності є важливим інструментом стратегічного управління підприємством. Кожен метод має свої переваги та обмеження, тому доцільно застосовувати комбінований підхід, який дозволяє отримати найбільш об'єктивні результати. Таким чином, ефективне оцінювання інноваційної діяльності дає змогу:

– підвищити інвестиційну привабливість підприємства;

– обґрунтовувати доцільність інноваційних проєктів;

– допомагає керівництву приймати обґрунтовані рішення щодо подальших інвестицій в інноваційні проєкти;

– ефективніше розподіляти ресурси, спрямовуючи їх на найбільш перспективні інновації;

– забезпечує покращення якості продуктів та процесів, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства;

– забезпечує сталий розвиток і конкурентоспроможність у довгостроковій перспективі.

Показники економічної ефективності інноваційної діяльності промислового підприємства допомагають підприємствам виокремити найефективніші напрями інноваційного розвитку. Оцінка економічної ефективності інноваційної діяльності промислового підприємства має повною мірою враховувати комплексно і зовнішні фактори ефективності (економічне оточення, державна політика, конкуренція), і внутрішні фактор ефективності (управління, кадри, фінансування, корпоративна культура). Взаємодія вказаних чинників економічної ефективності інноваційної діяльності промислового підприємства формує вплив на його інноваційну діяльність. Оцінка економічної ефективності інноваційної діяльності промислового підприємства повинна враховувати не лише поточні показники, але й довгострокові перспективи розвитку.

Список використаних джерел

1. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.

2. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

3. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.

4. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc : NTU «KhPI», 2012. – 668 p.

5. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.

6. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.

7. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc : LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.

8. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. – № 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

9. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

10. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

11. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.

12. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків: Планета-Принт, 2020. – 354 с.

13. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.

14. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квітня 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.

РОЗДІЛ 2.
ІНЖЕНЕРІЯ, ТЕХНІКА ТА ОБОРОННІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 004:[007.52+004.896]]:656.2

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА РОБОТОТЕХНІКИ

Кустов Віктор Федорович,
кандидат наук, доцент;
Семикрас Андрій Ігоревич,
студент,
Український державний університет
залізничного транспорту
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто актуальні завдання забезпечення функціональної безпечності електронних систем автоматизації та робототехніки. Запропоновано класифікацію чинників, що впливають на рівень безпечності, із виділенням нормативних, технічних, організаційних, економічних, фізичних, людських і кібернетичних складових. Надано поглиблений аналіз кожної групи чинників, включаючи приклади наслідків і заходів пом'якшення. Окрему увагу приділено проблемам воєнного стану в Україні та завданням післявоєнної відбудови критичної інфраструктури. Сформульовано практичні шляхи підвищення рівня безпечності: резервування архітектур, впровадження сучасних стандартів кіберзахисту, управління ризиками, підвищення культури безпеки персоналу. Запропоновано методичні орієнтири для інтеграції принципів функціональної безпечності у процеси проєктування та модернізації систем залізничного транспорту та інших галузей.*

Ключові слова: *функціональна безпечність, електронні системи, автоматизація, робототехніка, чинники ризику, критична інфраструктура, воєнний стан, відбудова.,*

Abstract. *The article examines the current challenges of ensuring functional safety of electronic automation and robotics systems. A classification of factors influencing the level of safety is proposed, highlighting regulatory, technical, organizational, economic, physical, human, and cyber components. An in-depth analysis of each factor group is provided, including examples of consequences and mitigation measures. Special attention is given to the problems of martial law in Ukraine and the tasks of post-war reconstruction of critical*

infrastructure. Practical ways to improve safety are formulated: redundancy of architectures, implementation of modern cybersecurity standards, risk management, and enhancing safety culture of personnel. Methodological guidelines are proposed for integrating functional safety principles into the design and modernization of railway transport systems and other industries.

***Keywords**: functional safety, electronic systems, automation, robotics, risk factors, critical infrastructure, martial law, reconstruction.*

Електронні системи дедалі активніше інтегруються в критично важливі галузі, де їхня надійність безпосередньо впливає на безпеку. До таких об'єктів належать системи оборонного комплексу, залізничного та авіаційного транспорту, метрополітену, атомні станції, об'єкти хімічної промисловості та цивільної інфраструктури. В умовах воєнного стану в Україні та подальшої відбудови інфраструктури питання функціональної безпечності набувають особливої ваги, оскільки визначають стійкість і захищеність критичних об'єктів. Міжнародні та національні стандарти (IEC 61508, EN 50126, відповідні ДСТУ) задають базові принципи створення безпечних систем, але не охоплюють усіх контекстних чинників, що зумовлює потребу в системному аналізі та адаптації до локальних умов.

Завдання функціональної безпечності:

- ідентифікація загроз і ризиків;
- аналіз можливих відмов і наслідків (FMEA / FTA / LOPA);
- резервування та діагностика (DC, proof test, SFF);
- розробка і впровадження захисних механізмів;
- створення стратегій мінімізації ризиків (ALARP);
- тестування і перевірка відповідності стандартам (V&V, Safety Case);
- випробування працездатності в критичних умовах;
- моніторинг, кіберзахист, управління змінами (MoC);
- підготовка персоналу і культура безпеки.

1. Законодавчо-нормативні чинники

Підгрупа	Приклади	Механізм впливу на ФБ	Метрики / артефакти	Типові наслідки	Заходи пом'як-шення
Якість стандартів, гармоні-зація	Конфлікти між ДСТУ та IEC / EN	Невизначені вимоги – різно-читання	Матриця відповід-ності, Gap-аналіз	Некон-систентні рішення	Оновлен-ня норм, перехрес-ний аудит, участь у ТК
Сертифі-кація / аудит	Відсутність незалежної оцінки	Недо-виявлення ризиків	Сертифі-кати SIL / PL, звіти аудитів	Високий залишко-вий ризик	Акредито-вані органи, повторні аудити
Контроль змін (MoC)	Швидкі зміни при відбудові	Непомічені регресії	Реєстр змін, трасування вимог	Відмова через несуміс-ність	Жорсткий MoC, інженерні «ворота якості»

Примітки.

1. Метрики = числові показники рівня безпеки.

2. Артефакти = документальні докази, що ці показники перевірені та підтверджені.

3. Gap-аналіз – це «аудит на відповідність», який виявляє розриви між тим, що є, і тим, що потрібно за стандартами / вимогами, та допомагає скласти дорожню карту усунення цих прогалин.

4. MoC – *Management of Change* (керування змінами) – це формалізований процес у функціональній безпеці та управлінні ризиками, який забезпечує, щоб будь-які зміни в системі, процесі чи документації не призвели до нових прихованих загроз або зниження рівня безпечності.

Базові стандарти та особливості нормування функціональної безпечності в Україні наведено у публікаціях [1–7]. Гармонізація стандартів та прозорий документ з доказу функціональної безпечності Safety Case прискорюють впровадження безпечних рішень у відбудові.

МоС є критичним бар'єром від прихованих відмов під час швидких модернізацій. ALARP-критерії визначають прийнятні рівні SIL / PL для типових об'єктів.

2. Технічні чинники

Підгрупа	Приклади	Механізм впливу на ФБ	Метрики / артефакти	Типові наслідки	Заходи пом'якшення
Архітектура і резервування	2oo2, 2oo3, FDIR	Відмова одного каналу не критична	MTTF, PFH, PFDavg	Втрата функції безпеки	Незалежність каналів, диверсифікація, діагностика
Елементна база та надійність	Компоненти з невідомим FIT	Непередбачувані відмови	FIT, λDU/λDD, дерейтинг	Системні відмови	Аудит постачальників, burn- in
EMC / середовище	Перепади, волога, пил	Похибки / відмова	Випроб. IEC 61000, IP-рейтинг	Аварії в полі	Захист, герметизація, конформне покриття
Виробництво / ремонтопридатність	Доступ, модульність	Довгі простої	MTTR, LCC	Простої, витрати	LRU-модульність, стандартизація

Компоненти з невідомим FIT – це елементи електронних або технічних систем, для яких відсутні достовірні дані про показник інтенсивності відмов.

Проблема «невідомого FIT»:

– деякі сучасні або нестандартні компоненти (наприклад, нові мікросхеми, ПЛІС, програмовані модулі, імпортні елементи без паспортів надійності) не мають опублікованих даних FIT;

– виробник може не надавати статистику відмов або дані ще не накопичені;

– у воєнний і післявоєнний час це особливо актуально, бо використовуються імпортні замінники чи комплектуючі з невідомим походженням.

LRU-модульність (від англ. *Line Replaceable Unit modularity*) – це принцип побудови електронних та технічних систем, коли складні пристрої проєктуються з окремих модулів, які є лінійно замінними блоками (LRU).

Для функцій високої критичності доцільний 2oo3 із фізичним/логічним рознесенням та різнорідністю. Підвищення діагностичного покриття та proof-tests зменшують PFDavg / PFH. Для ударів / вібрацій потрібні промислові / військові серії, дерейтинг, конформні покриття.

3. Організаційні чинники

Підгрупа	**Приклади**	**Механізм впливу на ФБ**	**Метрики / артефакти**	**Типові наслідки**	**Заходи пом'якшення**
Технічне обслуговування і ремонт ТОіР	Пропуски регламентів	Зростання відмов	План ТО, CMMS KPI	Аварії через знос	Risk-based / Predictive maintenance
Управління вимогами	Неузгоджені вимоги	Неповне покриття	Coverage Matrix, V-model	Прогалини у ФБ	DOORS / Jama, трасування
Підрядники	Розшарування відповідальн.	Інтерфейсні ризики	SLA, KPI постачальників	«Сірі зони» ризику	Єдиний інтегратор, аудит підрядників

CMMS KPI – це показники ефективності (Key Performance Indicators), які використовуються для оцінки роботи системи CMMS (Computerized Maintenance Management System) – комп’ютеризованої системи управління технічним обслуговуванням і ремонтами.

CMMS KPI прямо впливають на показники функціональної безпечності, бо якість і своєчасність обслуговування визначають ймовірність відмов. Невиконання KPI (наприклад, перевищений MTTR чи низький % планових ТО) призводить до зростання ризику небезпечних відмов і втрати відповідності SIL. Тому CMMS KPI – це організаційні чинники ФБ, що відображають стан управління технічним обслуговуванням.

Достовірний документ по доказу безпечності Safety Plan / Case, RCM / RCM-аналітика, тренажери аварійних сценаріїв і матриці компетенцій суттєво зменшують частку організаційних відмов, особливо в періоди інтенсивної відбудови.

4. Економічні чинники

Підгрупа	**При-клади**	**Механізм впливу на ФБ**	**Метрики / арте-факти**	**Типові наслідки**	**Заходи пом'як-шення**
Бюджетні обмежен-ня	Урізання SIL-актив ностей	Недофі-нансуван-ня безпеки	% CAPEX / OPEX на ФБ	Компро-міси	Міні-мальний базовий пакет ФБ, фазування
Ланцюг постачан-ня	Дефіцит компо-нентів	Замінники без кваліфі-кації	Approved Parts List	Некон-сис-тентність	Інші джерела, страте-гічні запаси

CAPEX (разові витрати) → вкладення у «вбудовану безпеку» системи.

OPEX (поточні витрати) → підтримання ФБ протягом життєвого циклу.

Потрібно оцінювати вартість зниження ризику проти очікуваних втрат. Швидкі «quick wins» (EMC, UPS, сегментація) реалізуються першою фазою; глибокі модернізації – наступними.

5. Фізичні та екологічні чинники

Підгрупа	Приклади	Механізм впливу на ФБ	Метрики / артефакти	Типові наслідки	Заходи пом'якшення
Механічні впливи	Удари / вібрації, вибухові навантаження	Руйнування вузлів	Профілі випроб., HALT / HASS	Втрата функцій	Антивібро-опори, демпфери, shock-proof
Клімат	Морози / жара, вологість	Дрейф параметрів	Темп. профілі, RH, корозійні тести	Нестабільність	Клімат-контроль, підігрів / охолодження
EMI / EMC	Радіозавади	Хибні спрацьовування	Імунітет / емісія	Збої	Екрани, фільтри, заземлення

Профілі випробовувань HALT і HASS – це сучасні методи прискорених випробувань на надійність, які широко застосовують у сфері функціональної безпечності для перевірки електронних систем і компонентів.

Проєктування має витримувати розширені профілі навантажень. Важливо уникати спільно-причинних відмов: розносити резервні канали та забезпечувати graceful degradation.

6. Людський фактор

Підгрупа	Приклади	Механізм впливу на ФБ	Метрики / артефакти	Типові наслідки	Заходи пом'якшення
Помилки операторів	Перевантаження, HMI	Некоректні дії	HFE оцінки, Usability	Аварії	Ергономіка, блокування, інструктаж

Підгрупа	Прикла-ди	Механізм впливу на ФБ	Метрики / арте-факти	Типові наслід-ки	Заходи пом'як-шення
Культура безпеки	Поспіх відбудови	Ігнору-вання процедур	Safety culture surveys	Системн і пору-шення	Лідерство в безпеці, мотивація

HMI за принципами HFE, менеджмент тривог (ISA-18.2), poka-yoke для критичних дій, регулярні тренування та «no-blame» розбір інцидентів підвищують стійкість до помилок.

7. Кібербезпека та інформаційна захищеність

Підгрупа	Прикла-ди	Механізм впливу на ФБ	Метрики / арте-факти	Типові наслідки	Заходи пом'як-шення
Загрози ICS / OT	Ransom-ware, APT	Порушен-ня функцій	MTTD / MTTR, CVSS	Простої, саботаж	IEC 62443, сегмента-ція, SOC
Управ-ління вразли-востями	Патч-менедж-мент	Експлойти	Patch latency, SBOM	Компро-метація	SBOM, тестуван-ня патчів, цифрові двійники
Доступ і ідентифі-кація	Вкрадені облікові	Несанкці-онований доступ	MFA, RBAC аудит	Маніпу-ляції	Zero Trust, MFA, найменші привілеї

Сегментація «зони-канали», мінімальні привілеї, підписані прошивки, OT-SOC та резервне копіювання конфігурацій формують здатність стримувати / локалізувати атаки без втрати базових функцій безпеки.

Практичні шляхи підвищення ФБ:

– резервовані архітектури 2oo2 / 2oo3 з незалежністю каналів і діагностикою;

– підвищення діагностичного покриття, proof‑tests із заданим інтервалом;

– EMC‑гартування: екрани, фільтри, правильне заземлення, UPS;

– MoC як обов'язковий бар'єр; живий Safety Plan / Case;

– RCM / PdM у TOiP; запаси критичних ЗІП; LRU‑модульність;

– кіберзахист за IEC 62443: сегментація, MFA, SBOM, OT‑SOC;

– тренування персоналу, HFE‑орієнтовані HMI, менеджмент тривог;

– методики оцінки ризику (ALARP) і життєвий цикл LCC‑орієнтовано.

Методичні орієнтири для відбудови:

– Пріоритизація критичної інфраструктури: транспорт, енергетика, зв'язок.

– Єдині профілі вимог ФБ для типових об'єктів, що спрощують сертифікацію.

– Каталоги референс-архітектур із резервуванням і прикладами Safety Case.

– Індустріальні SOC і обмін кіберзагрозами (галузеві ISAC).

– Програми підготовки і сертифікації персоналу (ФБ / OT-security).

Висновки

1. Рівень ФБ формується сукупністю зовнішніх і внутрішніх чинників, що потребують системного управління.

2. Найбільш критичні – технічні чинники, людський фактор і кіберзагрози.

3. Повна безпечність недосяжна, проте ризики знижують резервування, аудит, кіберзахист і підготовка персоналу.

4. В умовах воєнного стану фокус на стійкості критичної інфраструктури до фізичних руйнувань і кібератак.

5. Післявоєнна відбудова має інтегрувати принципи ФБ на всіх етапах ЖЦ систем.

Список бібліографічних посилань

1. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпечність і надійність. Вимоги та методи випробовування. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 32 с.

2. ДСТУ EN 50126-1:2015 uk: Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрація надійності, доступності, безпеки і ремонтопридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес (EN 50126-1:1999, IDT).

3. ДСТУ EN 50129:2015 uk: Залізничний транспорт. Системи зв'язку сигналізації та оброблення даних. Електронні сигналізаційні системи безпеки (EN 50129:2003, IDT).

4. Sergii Panchenko, Anatolij Bojnik, Viktor Kustov, Vasyl Sotnyk. Ensuring railroad's digital automation systems resistance to dangerous states // ICTE in Transportation and Logistics 2019, IC Tol 2019, LNITI, pp. 120–128, 2020. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_17.

5. Бунчуков О. А., Кустов В. Ф., Панченко С. В., Сотник В. О. Удосконалення якості оцінки функціональної безпеки систем залізничної автоматики за наявності кратних небезпечних відмов у каналах резервування // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2023. 28 (2). С. 55–62. URL: https://doi.org/10.18664/ikszt.v28i2.283281.

6. Кустов В. Ф., Прилипко А. А. Вплив вологості на деградацію елементів захисту і параметри каналів проникнення завад: загрози для електромагнітної сумісності і функціональної безпеки систем залізничної автоматики // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2025. № 2. С. 144–158. URL: http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/29380.

7. Кустов В. Ф. Фундаментальні недоліки базових моделей небезпечних відмов для розрахунку функціональної безпеки систем керування рухом поїздів // Збірник наукових праць УкрДУЗТ. 2025. Вип. 212. С. 301–314. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/2408946.

8. Кустов В. Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики : навч. посіб. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 217 с. URL: http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/8481.

УДК 629.7.085:004]:[672.47:621.391]]

ВИКОРИСТАННЯ ТЕРМОЗБІЖНИХ ГІЛЬЗ ДЛЯ УСУНЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Афанасьєв Кирило Андрійович,
слухач інженерно-авіаційного факультету,
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;
Василенко Роман Вікторович,
старший викладач,
Харківський національний університет
Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
Україна, м. Харків

Анотація. *З метою швидкого та ефективного усунення різних видів пошкоджень авіаційного обладнання (АО) повітряних суден (ПС) державної авіації України постає потреба у розробці корисних рекомендацій щодо відновлення АО літаків у найкоротший термін.*

В основу продовження тривалості роботи систем електропостачання ПС, а особливо при веденні бойових дій для якісного відновлення дротів пропонується застосування термозбіжних гільз з припоєм, що мають значні переваги, завдяки дуже міцному з'єднанню припою, високу стійкість до вібрацій і механічних навантажень, а також забезпечення герметичності та додаткової ізоляції.

Ключові слова: *повітряне судно, авіаційне обладнання, система електропостачання, ізоляційна стрічка, термозбіжна трубка, ізолююча стрічка, термозбіжна гільза з припоєм.*

Abstract. *In order to quickly and effectively repair various types of damage to aviation equipment on Ukrainian state aircraft, there is a need to develop useful recommendations for restoring aircraft equipment in the shortest possible time.*

To extend the service life of aircraft power supply systems, especially during combat operations, it is proposed to use heat-shrinkable sleeves with solder for high-quality wire repair. These sleeves have significant advantages due to their very strong solder connection, high resistance to vibration and mechanical stress, as well as ensuring tightness and additional insulation.

Keywords: *aircraft, aviation equipment, power supply system, insulating tape, heat-shrinkable tubing, insulating tape, heat-shrinkable sleeve with solder.*

Технічна експлуатація повітряних суден (ПС) повинна забезпечувати працездатність, справність і своєчасну бойову готовність літаків під час ведення бойових дій, що є найголовнішим аспектом в експлуатації авіаційної техніки. Під час експлуатації авіаційного обладнання (АО) при веденні бойових дій, на нього впливають різні фактори: механічні, кліматичні, температурні, хімічні та інші. Це все спостерігається як при звичайній експлуатації повітряних суден, так і під час пошкоджень унаслідок впливу ударів від боєприпасів [1].

Визначення напрямків підвищення ефективності процесу відновлювальних робіт для усунення пошкоджень ПС під час ведення бойових дій є головною задачею керівного інженерно-технічного складу авіаційних частин.

В ході ведення бойових дій на ПС мають місце такі бойові пошкодження:

1. Ураження елементів корпусу та конструкцій.
2. Пошкодження двигунів, шасі.
3. Пошкодження системи озброєння.
4. Виведення з ладу авіаційного та радіоелектронного обладнання.

Усі ці пошкодження можуть бути спричинені зенітним ракетним вогнем, авіаційним протистоянням (зенітними ракетами), а також влучанням дронів.

Найчастіше пошкодження виявляються у системі електроживлення, зокрема на лініях подачі струму, кабелях, дротах.

Для усунення пошкоджень ліній електроживлення серед різноманітності ізоляційних матеріалів, пропонується застосування термозбіжних гільз, які використовуються для відновлення та ремонту кабельних мереж. Термозбіжна гільза з припоєм була спроєктована для надійного з’єднання дротів, що забезпечує високу надійність та захист електричних з’єднань [2]. Завдяки спрощенню процесу паяння, ця гільза ідеально підходить для відновлення дротів. Захисний клас IP67 гарантує збереження з’єднання навіть при зануренні у воду. Використання низькотемпературного припою забезпечує міцність з’єднання без потреби використання паяльника.

Також термозбіжна гільза є ідеальним рішенням для з’єднання контактів, які піддаються тривалому впливу зовнішнього вологого середовища. Процес установки гільзи включає нагрівання, усадку оболонки та плавлення олов’яного припою, що з’єднує кінці провідників. Додатковий захист забезпечують клейові кільця, які герметизують місце

спайки. Варто зауважити, що гільза не підходить для з'єднання алюмінієвих провідників. Для монтажу з'єднання потрібний лише нагрівач (електрофен, газовий пальник), здатний прогріти з'єднання до 160°C, рис. 1 [2].

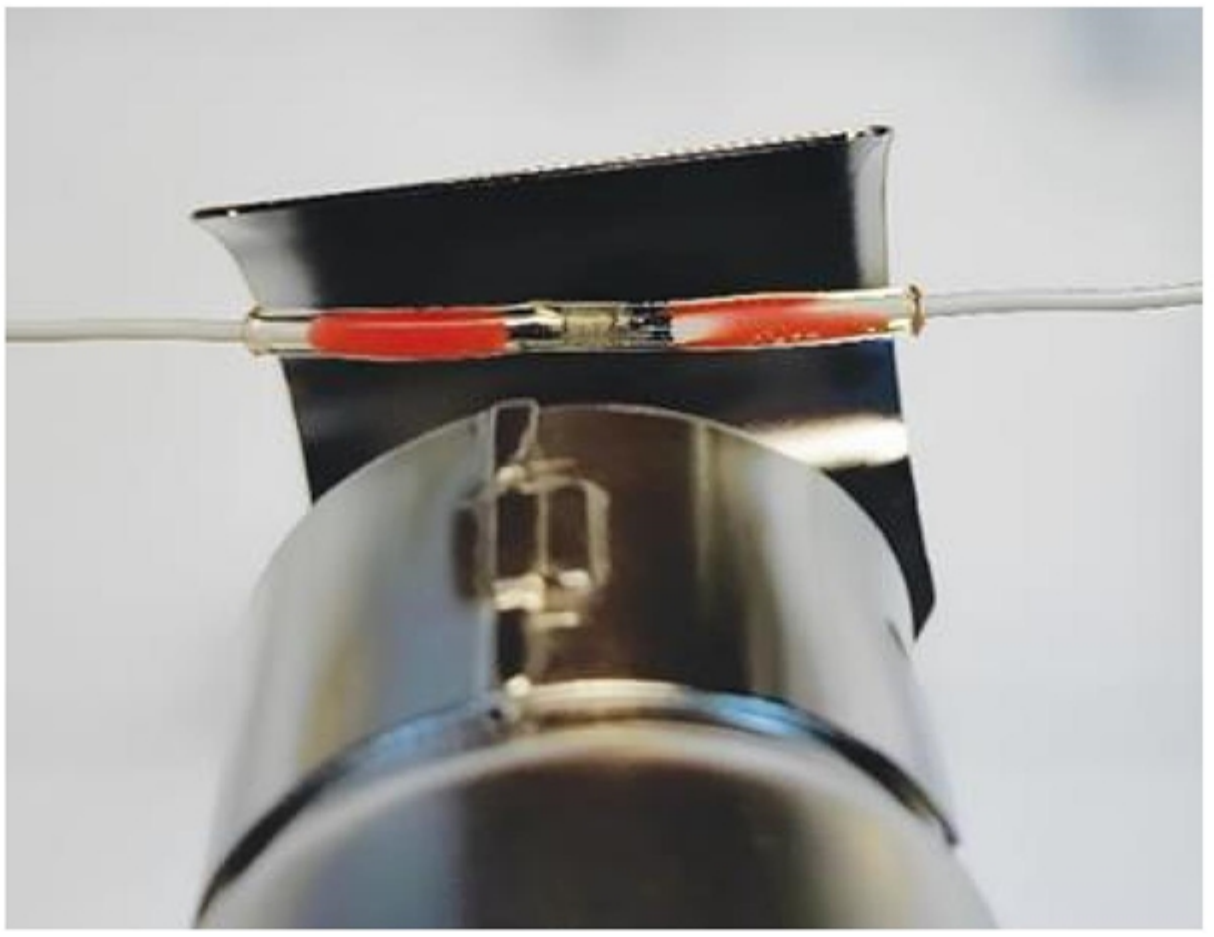

Рис. 1. Термозбіжна гільза у практичному використанні [3]

За призначенням термозбіжні гільзи з припоєм використовуються для з'єднання та ізоляції кабельних або дротових з'єднань у електротехніці та електроніці. Основні етапи використання термозбіжних гільз з припоєм включають три етапи технології використання:

1. Підготовка:

а) виявлення пошкоджень: проводиться огляд кожного дроту для виявлення будь-яких пошкоджень, таких як тріщини, загнуті або вигнуті частини. Якщо виявлені пошкодження, вони повинні бути усунені перед тим, як продовжувати процес установки гільзи;

б) очищення дротів: після видалення пошкодженої ізоляції необхідно очистити поверхню дротів від бруду, жиру або інших забруднень, що можуть стати перешкодою для надійного з'єднання. Для цього можна використовувати спеціальні засоби для очищення або просто протерти дріт м'якою ганчіркою.

2. Вибір гільзи:

а) вимір дроту по типу гільзи: необхідно виміряти діаметр кожного дроту, які з'єднуються. Вимір діаметру дротів допоможе визначити, який розмір термозбіжної гільзи потрібно вибрати для кожного дроту;

б) вибір гільзи, враховуючи температурні умови: потрібно вибрати тип гільзи, який відповідає допустимому термічному режиму на місці з'єднання дротів.

Приклади цих гільз наведено у табл. 1. Зазначимо, що кожний тип гільзи має характерне забарвлення і відрізняється внутрішнім діаметром [4].

Таблиця 1.

Типи термозбіжних гільз [4]

Тип	до усадки		після усадки		кільце припоя			переріз кабелю мм²	L, мм
	внутрішній діаметр a, мм	товщина стінки b, мм	внутрішній діаметр a, мм	товщина стінки b, мм	внутрішній діаметр c, мм	товщина стінки d, мм	ширина кільца e, мм		
ТГ-11 *(білий)*	1,7±0,2	0,40±0,15	1,1±0,2	0,50±0,15	1,8±0,1	0,35±0,15	2,0±0,1	0,25-0,34	25±1,5
ТГ-21 *(червоний)*	2,7±0,2	0,40±0,15	157±0,2	0,60±0,15	2,8±0,1	0,55±0,15	3,0±0,1	0,5-1,0	40±1,5
ТГ-31 *(синій)*	4,5±0,2	0,40±0,15	2,1±0,2	0,78±0,15	4,8±0,1	0,55±0,15	4,0±0,1	1,5-2,5	40±1,5
ТГ-41 *(жовтий)*	6,0±0,2	0,40±0,15	3,4±0,2	0,80±0,15	6,2±0,1	0,55±0,15	4,0±0,1	4,0-6,0	40±1,5

3. Установка гільзи:

а) рівномірне розміщення гільзи на дроті перед процесом припою;

б) нагрівання: використання теплового впливу для плавлення припою всередині гільзи, щоб забезпечити з'єднання з дротом;

в) стиснення: примусове стиснення гільзи навколо дроту для створення міцного з'єднання.

4. Охолодження та закріплення: після стиснення гільзу залишають охолоджуватися для закріплення структури та створення міцного з'єднання.

Таким чином використання термозбіжних гільз з припоєм спростить процес ремонтних робіт системи електропостачання на ПС.

В умовах бойових дій, для якісного відновлення дротів, доцільно використовувати термозбіжні гільзи з припоєм. Порівняємо детально компоненти для відновлювальних робіт дротів серед існуючих матеріалів та зіставимо їх з термозбіжними гільзами з припоєм.

Щоб оцінити ефективність використання, необхідно детально розібрати компоненти для відновлювальних робіт дротів та проаналізувати ефективність існуючих матеріалів та порівняти їх між термозбіжними гільзами з припоєм.

На сьогодні для відновлювальних робіт електричних систем найчастіше використовують ізолюючу стрічку, термоусадочні трубки при усуненні пошкоджень дротових з'єднань, які представлені на рис. 2.

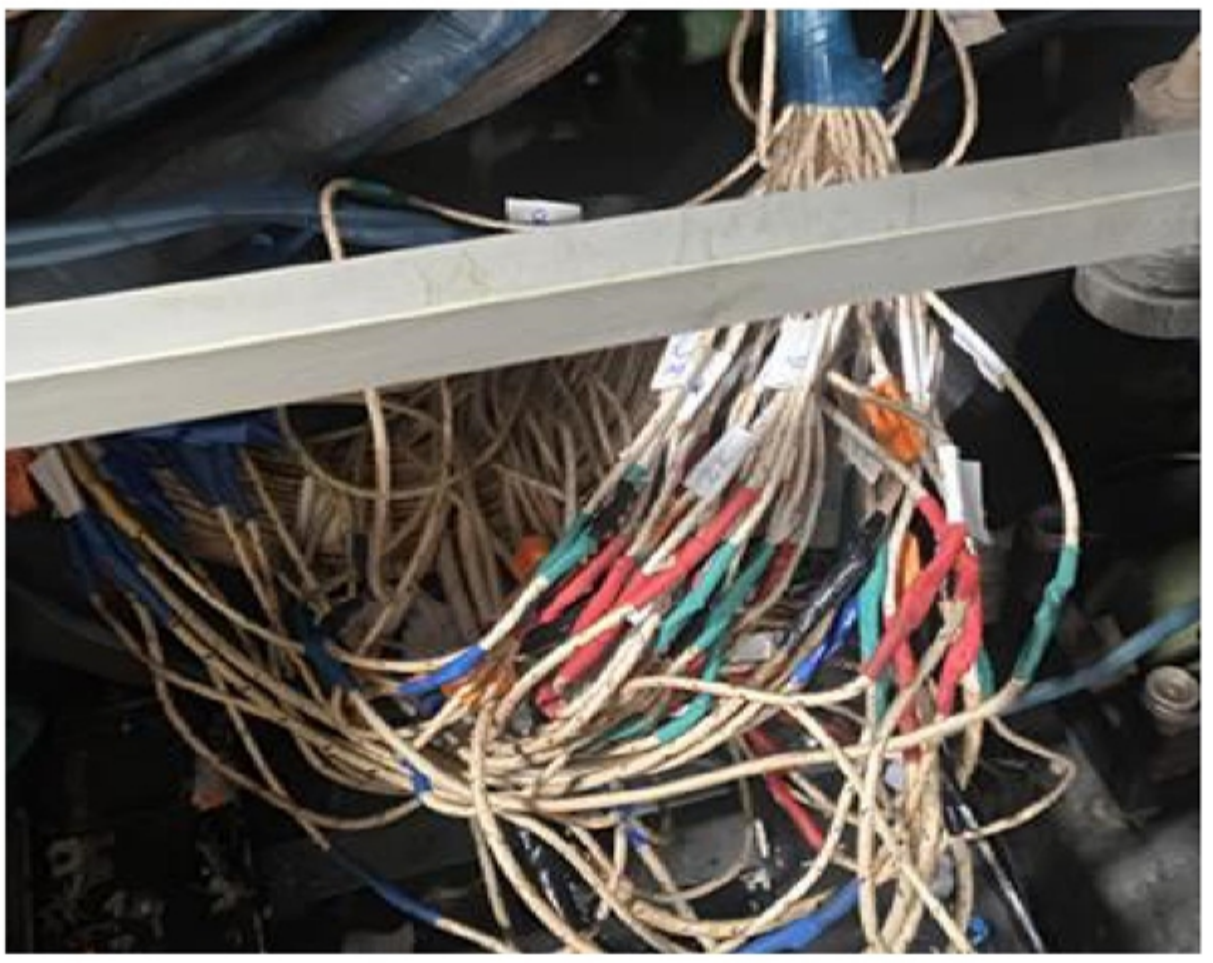

Рис. 2. Термозбіжні трубки та ізолюючі стрічки
Джерело: розроблене автором

В ході дослідження були проаналізовані ізоляційні матеріали відповідно до наступних критеріїв:

1. Надійність (опис матеріалу оцінювання, наскільки компоненти забезпечують надійність з'єднань і витримують довгострокове використання без втрати якості).

2. Швидкість процесу установки (оцінка швидкості та легкості установки компонентів також має значення, оскільки це може впливати на час, необхідний для виконання робіт).

3. Витривалість матеріалів при експлуатації (оцінювання, як компоненти витримують знос під час експлуатації).

4. Витрати (на інструменти та матеріали – витрати на інструменти та матеріали можуть вплинути на ефективність виконання робіт).

5. Ефективність в умовах вологості та температурних змін (оцінка того, наскільки добре компоненти подразливі до температурних змін включаючи вологість та температурні зміни).

Кінцеві оцінки згідно аналізу матеріалів були розраховані за п’ятибальною системою. Для вирахування надійності також проаналізовані хімічний склад кожного типу ізолюючого матеріалу і визначили, що у припою гільзи використовується м’яка пайка для кріплення дротів, яка складається з легкоплавкого припою із сплаву олова на 97% та міді на 3%. Ця пайка починає деформуватися під впливом температури від 250°С, що забезпечує міцний зв’язок навіть після того, як оболонка зруйнується під впливом високої температури [3]. З часом розкладається з утворенням поперечних міжланцюгових зв’язків, що спричиняє підвищення крихкості та невелике збільшення міцності. Також відзначається термостарінням, що проходить за радикальним механізмом, супроводжується виділенням альдегідів, кетонів, перекису водню та інших продуктів.

У підсумку термозбіжна гільза забезпечує дуже надійне з’єднання, яке витримує механічні навантаження та температурні коливання, вона активується теплом і створює міцний зв’язок між дротами. Кінцева оцінка 5/5.

В оболонку термозбіжної трубки входять поліолефіни. Сам поліофилен є продуктом полімеризації олефінів, що характеризує його відмінною стійкістю до вологи і корозії, доброю стійкістю до зносу та агресивних середовищ, а також вони мають малу вагу та невелику температурну провідність [5].

Щодо температури плавлення, то вона може варіюватися в залежності від конкретного поліолефіну. Наприклад, температура плавлення поліетилену, одного з найпоширеніших поліолефінів, становить близько 120°С, тоді як у поліпропілену вона становить близько 150°С, але у нього низька міцність при високих температурах. Деякі поліолефіни можуть втрачати свою міцність та жорсткість при високих температурах [5].

В підсумку ізоляційна трубка, як правило, забезпечує досить надійне з’єднання, але вона може потребувати додаткового захисту від впливу вологи та механічних пошкоджень. Кінцева оцінка 4/5.

Ізоляційна стрічка зазвичай виготовлена з полівінілхлориду (ПВХ), який є досить стійким проти дії кислот і лугів. Він має високі діелектричні властивості, відмінно фарбується та не горить. Однак полівінілхлорид розкладається при нагріванні, звільняючи хлороводень. Недоліком ПВХ є низька теплостійкість (не вище 70°С). При низьких температурах пластифікатор втрачає міцність, а при високих температурах різко погіршує свої діелектричні властивості.

Ізоляційна стрічка, як правило, забезпечує досить надійне з’єднання, але вона може потребувати додаткового захисту від впливу вологи та механічних пошкоджень. Оцінка 4/5.

Для оцінювання швидкості використання ми розрахуємо середню витрату часу на ремонт 100 дротів одножильного типу при використанні ізолюючих компонентів.

Умови:

1. Швидкість виконання робіт, враховуючи цілісність герметичності при встановленні з’єднань, захист від зовнішніх факторів (волога, механічні навантаження, температурні зміни).

2. Затрати людино-годин: оцінка на основі часу, необхідного для встановлення кожного виду ізоляції.

Об’єми робіт: треба виконати 100 з’єднань.

Оцінка середньої витрати часу на відновлення одного одножильного дроту:

– ізолююча стрічка: час на одне з’єднання – 3 хвилини;
– термоусадкова трубка: час на одне з’єднання – 5 хвилин;
– термозбіжна гільза з припоєм: час на одне з’єднання – 4 хвилини.

Розрахунок загального часу:

– ізолююча стрічка: 100 з’єднань за 3 хвилини = 300 хвилин (5 годин);
– термоусадкова трубка: 100 з’єднань за 5 хвилин = 500 хвилин (8 годин і 20 хвилин);
– термозбіжна гільза з припоєм: 100 з’єднань за 4 хвилини = 400 хвилин (6 годин 40 хвилин).

Кінцева оцінка швидкості:

– ізоляційну стрічку можна легко та швидко застосовувати для ремонту, що робить її оперативним методом порівняно з іншими підходами. Це оцінюється на рівні 4/5;

– термозбіжну трубку також легко та швидко застосовувати для ремонту, що робить її швидким методом порівняно з іншими варіантами. Кінцева оцінка також становить 4/5;

– використання термозбіжної гільзи може зайняти деякий час, оскільки потрібно додатковий час на нагрівання для активації з'єднання. Це оцінюється на рівні 3/5.

Для оцінки витривалості матеріалів (ізоляційної стрічки, термозбіжних трубок і термозбіжних гільз з припоєм) при вібраційних навантаженнях, можна скористатися підходами, що враховують різні характеристики матеріалів і умови їх використання. Нижче наведено спрощене оцінювання на основі загальних знань про ці матеріали.

Ізоляційна стрічка має наступні переваги: легка у використанні, доступна і дешева, підходить для тимчасових і швидких ремонтів. До недоліків слід віднести те, що вона може відклеюватися або зміщуватися при постійній вібрації, обмежена витривалість у важких умовах (висока температура, волога).

Загалом за оцінкою витривалості (2/5), ця стрічка може бути кращим варіантом для тимчасових застосувань, але не підходить для довгострокових або важких умов роботи, де потрібна висока стійкість до вібраційних навантажень.

Термозбіжні трубки мають такі переваги: міцно фіксуються після усадки, забезпечують додаткову механічну міцність, стійкі до вологи і деяких видів хімічного впливу. Недоліки полягають у наступному, потрібен додатковий інструмент (паяльник або термофен) для усадки, при частих вібраціях можуть зіштовхнутися з мікротріщинами.

Оцінка їх витривалості (3,5/5) свідчить про те, що цей матеріал має високу стійкість до вібраційних навантажень, але має свої обмеження, зокрема, вимагає пильної уваги при укладанні та підтриманні в хорошому стані для забезпечення довгострокової міцності.

Термозбіжні гільзи з припоєм – до переваги можна віднести дуже міцні з'єднання завдяки припою, висока стійкість до вібрацій і механічних навантажень, забезпечення герметичності та додаткова ізоляція. Недоліки:

вимагають точного дотримання технології встановлення, вищі початкові витрати на матеріали і інструменти.

Проаналізувавши отримані дані, можемо зробити висновок про те, що термозбіжні гільзи з припоєм мають значні переваги, хоча вони вимагають точного дотримання технології встановлення і можуть мати вищі початкові витрати на матеріали і інструменти, їх оцінка витривалості (4,5/5) свідчить про високу надійність та стійкість. Це робить їх ефективним вибором для важких умов роботи та довгострокових застосувань, де вимагається висока якість з'єднання.

Термозбіжні гільзи з припоєм є ефективним рішенням для відновлення дротів та кабельних мереж на пошкодженій системі електропостачання ПС. Вони забезпечують надійне, захищене та водостійке електричне з'єднання, здатне витримувати зовнішні впливи.

Загалом термозбіжні гільзи з припоєм можуть бути рекомендовані як високо ефективне рішення для відновлення пошкоджених систем електропостачання ПС. Їх застосування має потенціал суттєво покращити безпеку та експлуатаційну надійність ПС.

Список бібліографічних посилань

1. Основи організації експлуатації і ремонту озброєння та військової техніки / за ред. Мацько О. Й. Київ : НУОУ, 2018. 400 с.

2. Водонепроникновий компонент, термозбіжна паяльна гільза. URL: https://hampool.en.made-in-china.com/product/JdsaRtrVapko/China-Hampool-Good-Quality-Waterproof-Wire-Automotive-Heat-Shrink-Solder-Sleeve.html.

3. Термозбіжна гільза з припоєм. URL: https://images.prom.ua/5462309644_w0_h430_termozbizhna-gilza-z.jpg pripoem.html.

4. Гільзи для пайки та захисні трубки. URL: https://hampool.en.made-in-china.com/product/JdsaRtrVapko/China-Hampool-Good-Quality-Waterproof-Wire-Automotive-Heat-Shrink-Solder-Sleeve.html.

5. Ізоляція кабелів та проводів. URL: https://europan.ua/news/insulation-cables-and-wires-variety.

УДК 621.373.4:004

СИСТЕМА АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ ПОТУЖНОГО ЛАМПОВОГО АВТОГЕНЕРАТОРА МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ РАДІОХВИЛЬ

Сосунов Олександр Олексійович,
кандидат наук, доцент,
Український державний університет
залізничного транспорту;
Лазарєв Олексій Владленович,
старший викладач,
Український державний університет
залізничного транспорту;
Лазарєва Олександра Олексіївна,
здобувач освіти освітнього рівня бакалавр,
Харківський національний
університет ім. В. Н. Каразіна
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглянуті недоліки систем автопідстроювання частоти автогенератора, що існує. Вирішено застосовувати для цього двоканальну систему. Для цифрового моделювання системи використано додаток Simulink пакету Matlab. У роботі за рахунок комплексування аналітичних та цифрових методів моделювання вдалось забезпечити потрібні показники якості системи автопідстроювання частоти.*

Ключові слова: *автогенератор, автопідстроювання частоти, додаток Simulink, пакет Matlab.*

Abstract. *The shortcomings of existing systems for frequency auto-tuning of oscillators are considered. It was decided to use a two-channel system for this purpose. The Simulink application of the Matlab package was used for digital modeling of the system. In this work, by combining analytical and digital modeling methods, it was possible to ensure the required quality indicators of the frequency auto-tuning system.*

Keywords: *oscillator, frequency auto-tuning, Simulink application, Matlab package.*

Нині широке застосування отримала супергетеродинна схема побудови радіоприймальних пристроїв [1]. Така схема побудови дозволяє вирішувати завдання необхідної фільтрації відбитих від цілей сигналів, забезпечення заданого підсилення, вирішення проблеми селективності.

Крім цього в супергетеродинних приймачах забезпечується простота перестройки частоти, яка досягається завдяки зміні частоти гетеродина та перестройки смуги пропускання коливальної системи преселектора.

У передавальних пристроях як автогенератор в метровому діапазоні радіохвиль часто застосовується ламповий тріод. Однак він має суттєвій недолік – низьку відносну стабільність частоти. Крім цього, при перенастроювані частоти (для захисту від активних завад) точність встановлення частоти складає за порядком величини 0,5 МГц. Внаслідок цього сигнал на проміжній частоті може частково або взагалі не потрапляти в смугу пропускання підсилювача проміжної частоти (ППЧ), який має фіксовану частоту настройки. Це призводить до погіршення точності виміру координат або взагалі до втрати сигналу від повітряних об'єктів.

Для запобігання такого становища використовується спеціальна система автоматичного керування – система автопідстроювання частоти (АПЧ). Ця система підтримує проміжну частоту поблизу частоти настройки ППЧ шляхом керування частотою гетеродина або безпосередньо автогенератора [2]. Таким чином, система АПЧ є фактично системою стабілізації проміжної частоти.

До системи АПЧ висувається низка суперечливих вимог, які важко задовольнити при одноканальній побудові системи. Тому, як правило, такі системи будуються за двоканальною схемою, де перший канал (грубий канал) включається на початку роботи системи АПЧ, а другий канал (точний канал) включається після закінчення роботи грубого каналу та зменшення частотного розстроювання до смуги захоплення точного каналу.

В роботі розглядається система АПЧ грубого каналу, де об'єктом керування є гетеродин з керуючим елементом на варикапі.

Система АПЧ є суттєво нелінійною системою автоматичного керування. Тому аналітичні методи дослідження таких систем є наближеними та мають обмежене застосування [3]. Це змушує до пошуку альтернативних методів досліджень. Зараз, у зв'язку з великим прогресом в області цифрової техніки та інформатики, з'явились дуже зручні інструментальні засоби цифрового моделювання. Одним з таких засобів є додаток Simulink пакету Matlab [4], який найбільш пристосований для моделювання систем автоматичного керування.

Основною перевагою цифрового моделювання над аналітичними методами є можливість дослідження як лінійних, так і нелінійних, як

дискретних, так і неперервних, як цифрових так і імпульсних систем автоматичного керування (САК) на підставі єдиного підходу.

Аналітична лінеаризована модель системи АПЧ використовується обмежено тільки для забезпечення потрібної точності підстроювання частоти шляхом визначення належного значення загального коефіцієнта підсилення розімкненої системи [5].

Для забезпечення потрібної ширини смуги захоплення була розглянута нелінійна статична характеристика частотного дискримінатора на розстроєних контурах [6], визначені ширина її апертури, добротності коливальних контурів, коефіцієнти підсилення частотного дискримінатора, фільтра та підсилювача.

Шляхом використання Simulink моделі системи АПЧ було проведено дослідження стійкості системи АПЧ, обрана постійна часу фільтра (послідовного корегуючого пристрою) для забезпечення стійкості та потрібної швидкодії, підтверджений попередній розрахунок ширини смуги захоплення та точності системи.

В цілому в роботі за рахунок комплексування аналітичних та цифрових методів моделювання вдалось забезпечити потрібні показники якості системи АПЧ: ширина смуги захоплення ±1,4 МГц, час регулювання (швидкодія системи АПЧ) 0,8 с, точність автопідстроювання частоти 100 кГц.

Список бібліографічних посилань

1. Єлізаренко А. О. Елементи радіоприймальних пристроїв : конспект лекцій. Харків, 2022. 43 с.

2. Ковальчук А. О. Типові системи автоматичного керування. Частина 1. Навчальний посібник / за заг. ред. О. О. Сосунова. Харків, 2013. 316 с.

3. Александров Є. Є., Козлов Є. П., Кузнєцов Б. І. Теорія автоматичного керування. Т. 1. Автоматичне керування рухомими Об'єктами і технологічними процесами. Харків : НТУ «ХПІ», 2002. 490 с.

4. Забара С. С., Гагарін О. О., Кузьменко І. М., Щербашин Ю. Д. Моделювання систем у середовищі MATLAB. Київ, 2011. 137 с.

5. Хісматулін В. Ш., Панченко С. В. Теорія автоматичного керування. Ч. І. Теорія лінійних неперервних систем автоматичного керування : підруч. для вузів. Харків : УкрДАЗТ, 2008. 239 с.

УДК 621.869.88:001.891.5

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ КОНТЕЙНЕРА ТИПУ ХОПЕР ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМАХ

Ловська Альона Олександрівна,
доктор наук, професор,
Український державний університет
залізничного транспорту
Україна, м. Харків;
Діжо Ян,
доцент,
Жилінський університет в Жиліні
Словацька Республіка, м. Жиліна;
Бучко Мартін,
докторант,
Жилінський університет в Жиліні
Словацька Республіка, м. Жиліна

Анотація. *Для підвищення ефективності контейнерних перевезень запропоновано конструкцію контейнера типу хопер. Особливістю контейнера є те, що його підлога утворена кришками люків, а торцеві стіни розміщені під кутом. Такі конструкційні рішення дозволяють здійснювати розвантаження контейнера із використанням сил гравітації, тобто самотечією. Проведено розрахунок на міцність контейнера при основних експлуатаційних схемах його навантажень. Результати розрахунку показали, що міцність контейнера дотримується.*

Ключові слова: *контейнер типу хопер, контейнер для насипних вантажів, навантаженість контейнера, міцність контейнера, контейнерні перевезення.*

Abstract. *To increase the efficiency of container transportation, a hopper-type container design has been proposed. A feature of the container is that its floor is formed by hatch covers, and the end walls are placed at an angle. Such structural solutions allow the container to be unloaded using gravity forces, i.e. by gravity. The strength of the container has been calculated for the main operational schemes of its loads. The calculation results have shown that the strength of the container is maintained.*

Keywords: *hopper-type container, bulk cargo container, container loading, container strength, container transportation.*

Контейнерні перевезення є найбільш затребуваним типом перевезень вантажів у міжнародному сполученні. Це можна пояснити тим, що вони виключають необхідність перевантаження вантажу, що значно скорочує час його доставки у порівнянні із іншими видами перевезень [1; 2]. Також до переваг цього виду перевезень слід віднести можливість транспортування контейнерів різними видами транспорту: залізничним, авіаційним, морським та автомобільним. Тому цей вид перевезень постійно розвивається. Наразі в експлуатації знаходиться досить великий сегмент різних за конструкцією контейнерів, які адаптовані до перевезень широкої номенклатури вантажів. Враховуючи перспективи розвитку міжнародних перевезень, прогнозується зростання попиту на контейнерні перевезення.

Одним із найбільш поширених типів вантажів, які перевозяться в контейнерах, є насипні. Для їх перевезень застосовуються bulk-контейнери. Розвантаження таких контейнерів частіш за все здійснюється за допомогою підйомно-транспортних засобів. Це вимагає додаткового часу, оскільки потребує дотримання спеціальної технології для забезпечення можливості зсипання вантажу під дією гравітаційних властивостей, тобто забезпечення кутового переміщення контейнера.

Для підвищення ефективності перевезень насипних вантажів актуальним є впровадження в експлуатацію контейнерів, які дозволять пришвидшити розвантажувальний процес. Тому питання створення та впровадження в експлуатацію контейнерів для перевезень насипних вантажів з можливістю їх саморозвантаження є досить актуальним.

Для підвищення ефективності перевезень вантажів запропоновано конструкцію контейнера типу хопер, який має похилі торцеві стіни. Підлога контейнера утворена кришками розвантажувальних люків. Наявність похилих стін забезпечує можливість розвантаження контейнера самотечією вантажу із використанням його гравітаційних властивостей. Також контейнер можна розвантажувати із використанням схеми «постановка на ребро».

Для визначення міцності контейнера при основних схемах навантажень проведено скінчено-елементний аналіз його конструкції. До уваги прийнято такі схеми навантажень контейнера [3]:

- визначення повздовжньої жорсткості;
- навантаження торцевої стіни;

– навантаження бокової стіни;
– випробування на поперечну жорсткість;
– штабелювання;
– підйом за верхні фітинги.

Розрахунок контейнера при зазначених схемах здійснено у SolidWorks Simulation. Цей комплекс реалізує метод скінчених елементів [4]. Встановлено, що максимальні напруження в контейнері при всіх розглянутих схемах його навантажень не перевищують допустимі. Найбільші напруження зафіксовано при випробуванні контейнера на повздовжню жорсткість – 205,3 МПа.

Проведені дослідження дозволять сформувати рекомендації щодо проєктування контейнерів із покращеними експлуатаційними характеристиками, а також підвищити ефективність контейнерних перевезень.

Список бібліографічних посилань

1. Situational adaptation of the open wagon body to container transportation / J. Gerlici, A. Lovska, G. Vatulia and others // Applied Sciences. 2023. Vol. 13 (15). 8605. URL: https://doi.org/10.3390/app13158605.

2. Vatulia G. L., Lovska A. O., Krasnokutskyi Ye. S. Research into the transverse loading of the container with sandwich-panel walls when transported by rail. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1254. 012140. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012140.

3. ДСТУ ISO 1496-2:2013 Вантажні контейнери серії 1. Технічні вимоги та методи випробування. Частина 2. Ізотермічні контейнери (ISO 1496-2:2008, IDT). Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.

4. Пустюльга С. І., Самостян В. Р., Клак Ю. В. Інженерна графіка в SolidWorks : навч. посіб. Луцьк : Вежа, 2018. 172 с.

УДК 691.32:69.059]:004.9

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ СКЛАДУ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ 3D-ДРУКУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПОДАЧІ МАТЕРІАЛУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШНЕКОВИХ ПАР

Мірошніченко Сергій Валерійович,
кандидат наук, доцент;
Рильський Андрій Олександрович,
аспірант;
Тютькін Сергій Вікторович,
аспірант,
Український державний університет
залізничного транспорту
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглянуто підхід до добору та оцінювання складу дрібнозернистих бетонних сумішей, призначених для адитивного будівництва з подачею матеріалу шнековими парами. Наведено послідовність приготування сумішей, методики визначення показників свіжого стану та міцнісних характеристик після тверднення. Отримані значення рухливості та міцності дозволяють формувати критерії придатності сумішей до 3D-друку і слугують основою для подальшої оптимізації складу.*

Ключові слова*: 3D-друк, бетонна суміш, рухливість, формування зразків, міцність на згин, міцність на стиск, адитивне будівництво.*

Abstract*. The paper considers an approach to the selection and evaluation of fine-grained concrete mixes intended for additive construction with material supply by screw pairs. The sequence of mix preparation, methods for determining fresh state parameters and strength characteristics after hardening are presented. The obtained values of workability and strength allow forming criteria for the suitability of mixtures for 3D printing and serve as a basis for further optimization of the composition.*

Keywords: *3D printing, concrete mix, workability, specimen forming, flexural strength, compressive strength, additive construction.*

Сьогодні в Україні та світі активно розвивається адитивне будівництво, для якого необхідні спеціалізовані бетонні суміші з оптимальними реологічними властивостями та достатньою міцністю затверділого матеріалу.

Мета дослідження – оцінити склад бетонних сумішей для 3D-друку з подачею матеріалу шнековими парами, визначити їх реологічні та міцнісні

характеристики й обґрунтувати можливості оптимізації складу для забезпечення стабільного та ефективного процесу друку.

Матеріали та методи приготування бетонної суміші

Згідно [1], для виготовлення бетонної суміші використовували такі компоненти: портландцемент CEM II/B-M 35,5 R; пісок різних фракцій; вода; суперпластифікатор (типу Master Silk); полівінілацетатна емульсія (ПВА); неметалева фібра; модифікований крохмаль. Сухі компоненти (цемент, пісок, фібра, крохмаль) змішували до однорідності, після чого додавали воду та хімічні добавки; перемішування виконували до отримання однорідної консистенції.

Оцінка рухливості бетонної суміші

Для визначення рухливості бетонної суміші використовувався спеціальний прилад (рис. 1), який складається з еталонного конуса масою 300±2 г, має шкалу вимірювання та механізм фіксації глибини занурення конуса, що дозволяє визначати показники рухливості суміші з точністю до 1 мм. Ємність для бетонної суміші являє собою жорсткий металевий контейнер циліндричної форми, що забезпечує сталість умов проведення вимірювань.

Рис. 1. Прилад для визначення рухливості бетонної суміші

Формування та витримування зразків

Підготовлену суміш заливали у металеві форми розміром 40 × 40 × 160 мм та 100 × 100 × 100 мм у три етапи, ущільнюючи кожен шар шляхом вібрації. Після заповнення форми поверхню вирівнювали, а зразки витримували в формах протягом 24 годин при температурі (20±2)°С. Через добу зразки витягували з форм і поміщали у вологу камеру з температурою (20±2)°С та відносною вологістю не менше 95%, де вони дозрівали протягом 28 діб.

Випробування на згин

Після закінчення терміну тверднення зразки розміром 40 × 40 × 160 мм піддавали випробуванням на згин за допомогою преса. Зразок встановлювали на опори з прольотом 100 мм, після чого прикладали навантаження в центрі балки до моменту її руйнування. Фіксували максимальне навантаження та обчислювали міцність на згин за формулою:

$$R_{зг} = \frac{3PL}{2bh^2}$$

де P – руйнівне навантаження;

L – проліт;

b і h – ширина та висота перерізу.

Випробування на стиск

Після випробування на згин половинки балочок та кубики 100 × 100 × 100 мм випробовували на стиск. Їх встановлювали між опорними плитами гідравлічного преса та прикладали навантаження до руйнування (рис. 2). Міцність на стиск обчислювали за формулою:

$$Rc = P / A$$

де P – руйнівне навантаження;

A – площа робочого перерізу зразка.

Випробування зразків, отриманих методом 3D-друку

Для перевірки міцності бетону безпосередньо в конструкції і порівняння отриманих даних із стандартними випробуваннями було виготовлено експериментальні зразки за допомогою будівельного 3D-принтера. Як основу використовували металеву пластину, обгорнуту поліетиленовою плівкою, на яку наносили бетонну суміш шарами товщиною 10 мм та шириною 40 мм. Формували чотири шари загальною висотою 40 мм і довжиною близько 950 мм (рис. 3). Після друку зразки накривали поліетиленовою плівкою. Через 24 години їх обережно знімали

з металевої пластини та вирізали сегменти довжиною 160 мм для подальших випробувань (рис. 4).

Рис. 2. Випробування зразка на стиск за допомогою преса

Рис. 3. Формування зразків за допомогою будівельного 3D-принтера

Рис. 4. Вирізання зразків для випробування на міцність при згині та стиску на каменерізному станку

Відібрані зразки продовжували тверднути за нормальних умов (температура (20±2)°С) до моменту випробувань. Дослідження проводили на випробувальній машині: визначали межу (границю) міцності на згин (рис. 5) та на стиск відповідно до вимог [4]. При цьому половинки балочок після випробування на згин випробовували на стиск у положенні, ідентичному до умов друку.

Рис. 5. Випробування зразка на згин за допомогою преса

Висновки. Отримані результати випробувань показали, що розроблені суміші характеризуються достатньою рухливістю для подачі по шлангам за допомогою шнекових пар у процесі 3D-друку. Отримані результати показали достатню схожість характеристик бетонів, одержаних методом 3D-друку до бетонів, отриманих за звичайними методиками [2–4]. Визначені характеристики сумішей дозволяють використовувати бетони, отримані методом 3D-друку для зовнішніх конструкцій будівель. Вимоги до таких матеріалів викладені у [1]. Проведені дослідження є підґрунтям для подальшої оптимізації складу бетонних сумішей та підвищення ефективності адитивних технологій у будівництві.

Список бібліографічних посилань

1. Мірошниченко С. В., Рильський А. О., Тютькін С. В. Дрібнозернистий бетон для 3D-друку: проблеми та перспективи. Одеса : ОДАБА, 2024. С. 88–92.
2. ДСТУ Б В.2.7-239:2010 Будівельні матеріали. Розчини будівельні. Методи випробувань (EN 1015-11:1999, NEQ).
3. ДСТУ EN 12390-5:2022. Випробування затверділого бетону. Частина 5. Визначення міцності на згин.
4. ДСТУ Б В.2.7-126:2011. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності при стиску контрольних зразків.

УДК 615.477.2:004.9]:347.77](477)"364"

3D-ДРУКОВАНІ ПРОТЕЗИ ЯК КЕЙС УСПІШНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ВИНАХОДІВ В УМОВАХ ВІЙНИ

Косуліна Наталія Геннадіївна,
доктор наук, професор,
Державний біотехнологічний університет;
Косулін Станіслав Валерійович,
асистент,
Харківський національний медичний університет
Україна, м. Харків

Анотація. *У роботі представлено перспективність патентування 3D-друкованих рішень в протезуванні, надані рекомендації з приводу патентування за цією темою.*

Ключові слова: *протезування кінцівок, 3D-друк, патентування.*

Abstract. *The work presents the prospects of patenting 3D-manufactured solutions in prosthetics, recommendations for drive scientists to patent on this topic.*

Keywords: *prosthetic ends, 3D arms, patenting.*

Повномасштабна війна в Україні призвела до значного збільшення кількості поранених військових та цивільних осіб, які потребують протезування. Традиційне виготовлення протезів є дорогим і довготривалим процесом. У цих умовах 3D-друк став революційним рішенням, що дозволяє оперативно, індивідуально та відносно недорого виготовляти протезні системи. В Україні вже працюють волонтерські та стартап-проєкти з друку протезів (наприклад, Bionic Ukraine, Superhumans Center). Проте основними викликами залишаються: відсутність промислових біосумісних матеріалів; складність забезпечення високої міцності деталей; нестача обладнання для масового виробництва; потреба в стандартизації та сертифікації медичних виробів. Для розвитку галузі в Україні потрібні: державна підтримка проєктів біомедичного 3D-друку; створення наукових центрів протезобудування; розробка нормативної бази для сертифікації виробів; стимулювання винахідницької діяльності та патентного захисту.

3D-друковані протези є одним із найяскравіших прикладів успішної реалізації винаходів у воєнний час. Поєднання інженерії, медицини та матеріалознавства дозволяє створювати доступні, зручні та індивідуалізовані рішення для тисяч українців. Подальший розвиток можливий через патентування нових матеріалів, механічних вузлів та сенсорних систем.

При аналізі патентів закордонних на тему 3D-друкованих протезів можна зробити висновок, що більшість патентів стосується нижніх кінцівок, але є і універсальні рішення для рук. 3D-друк – основний метод, часто у поєднанні з 3D-скануванням та композитними матеріалами. Ключовий тренд – створення протезів, що точно відповідають анатомії пацієнта. Патенти і проєкти орієнтовані на скорочення часу виготовлення та зниження вартості. Додаткові сенсори, інтеграція з кісткою, використання AR / AI у реабілітації.

В офіційній українській патентній базі (UA, SIS HIBI) після 2020 р. **немає зареєстрованих патентів, які прямо описують фізичні конструкції протезів кінцівок, виготовлені методом 3D-друку** – тобто

сокети (приймальні гільзи), лайнери або модульні компоненти, де технологія адитивного виробництва є суттєвою ознакою винаходу. Є **патенти на класичні конструкції кистей, вузлів, гільз** (2006–2019 рр.), але вони не містять чітких згадок про 3D-друк як основу виготовлення. Після 2020 р. новіші патенти здебільшого стосуються **методів прогнозування ускладнень при користуванні протезами** (наприклад, стресових переломів кукси), а не конструктивних рішень. У науково-технічному середовищі України (КПІ, харківські, львівські інститути, УкрНДІпротезування) активно ведуться розробки 3D-друкованих протезних компонентів, але вони часто залишаються на рівні **наукових публікацій, демонстраційних проєктів або стартапів**, а не патентів. Тобто – **реальних зареєстрованих патентів на 3D-друковані сокети / лайнери / модулі протезів в Україні наразі немає**.

Мета досліджень: представити докази – наявність «прогалини» у патентному полі; перспективність патентування 3D-друкованих рішень у цій сфері, з'ясувати причини, які можуть пояснити прогалини, та надати рекомендації науковцям з приводу патентування за цією темою.

Основні матеріали досліджень. Для доказу наявності «прогалини» у патентному полі було зроблено пошук по державному реєстру (SIS / НІВІ). Відкритий сервіс пошуку українських об'єктів промислової власності доступний через SIS (спецінформаційну систему Укрпатент / НІВІ). Пошук за ключовими словами (3-D, адитив, друк, сокет, гільза, лайнер, prosthetic socket/liner) у публічних полях не дав результатів у вигляді патентів / корисних моделей після 2020 р., що прямо б стверджували «3D-друковану» конструкцію як предмет охорони (тобто – відсутні явні UA-патенти з такими формулюваннями). Посилання на інструмент пошуку державного реєстру: SIS.

Виявлено наявність активних 3D-ініціатив – але не в патентних базах – в Україні багато проєктів і програм, що виробляють 3D-друковані протези та компоненти (наприклад, ініціативи Victoria Hand Project / «Hands for Ukraine», UNIDO-проєкт з розбудови можливостей 3D-друку протезів, волонтерські й клінічні ініціативи). Ці ініціативи демонструють технічну активність і попит, але це – проєкти / клінічні / гуманітарні впровадження, не обов'язково супроводжені патентним захистом в Україні. Має місце контраст із міжнародним патентним полем. На міжнародному рівні (PCT / US / EP / WO) є низка патентних заявок і виданих документів, що прямо охоплюють 3D-друковані сокети, кастомні

лайнери, пористі/метаматеріальні внутрішні структури, цифрові робочі процеси скан→CAD→друк і навіть інтеграцію сенсорів у 3D-деталі. Це показує, що технічні ідейні ніші вже патентуються в інших юрисдикціях – отже, їх відсутність у UA-реєстрі є помітною прогалиною. (Загальні патентні пошукові платформи: WIPO PATENTSCOPE, Google Patents). В Україні є патенти на класичні конструкції кистей, вузлів, гільз та способи виготовлення (переважно до 2019 р.), а також після 2020 р. – декілька корисних моделей і методів, що пов'язані з клінічними аспектами та прогнозуванням ускладнень при користуванні протезами (біомаркерні методи) – але немає чітких UA-патентів, що захищають саме 3D-друковані сокети / лайнери / модульні 3D-компоненти. Це спостереження корелює з оглядом українських публікацій і реєстрів. (Якщо потрібно, я можу завантажити конкретні UA-виписки / номери із SIS).

Причини, які можуть пояснити прогалини, полягають в наступному.

1. Фокус на гуманітарних / клінічних впровадженнях, а не на IP-комерціалізації. Багато 3D-протезних ініціатив в Україні (волонтерські організації, НУ / клініки) спрямовані на швидку допомогу потерпілим (швидкість, собівартість). В таких проєктах пріоритет – виготовлення і доставка, а не патентування і комерціалізація.

2. Недостатній патентний супровід у науково-технічних групах. Розробки часто народжуються в університетах / клініках без активної співпраці з патентними повіреними або комерційними відділами, тож багато технічних рішень лишаються опублікованими або впровадженими, але не заявленими як інтелектуальна власність.

3. Висока вартість і складність патентування / виходу на ринок. Для охоплення міжнародних ринків потрібні PCT / US / EP стратегії та ресурси; розробникам в Україні може бракувати ресурсів / мотивації подавати міжнародні заявки або національні UA-патенти для 3D-компонентів.

4. Технічні та регуляторні бар'єри. Медичні компоненти підпадають під регулювання; комерційне патентування може йти паралельно з клінічними випробуваннями і стандартами (біосумісність, сертифікація), що ускладнює швидке патентування. (Тому розробники часто зосереджуються на практичних поставках).

Так, наприклад: UNIDO – Boosting Ukraine's Capacity for 3D-Printed Prosthetics: проєкт з навчання, устаткування та тестових підгонок 3D-друкованих протезів в Україні; це показує технічну активність, але на сайті немає інформації про патентування розробок. Це є прикладом кейсу, де

з’являються 3D-рішення без одночасного зросту UA-патентів у цій галузі. Victoria Hand Project / Hands for Ukraine / Prusa3D статті: демонструють виготовлення та масштабування 3D-друкованих рук в Україні; ці проєкти – практичні і відкриті (open designs або non-proprietary реалізації), що теж зменшує ймовірність місцевого патентного захисту. MotionTech / MotionTech Swiss – приклад комерційного сервісу 3D-лайнерів: на міжнародному ринку існують компанії, що патентують 3D-лайнери / сервіси; це підкреслює розбіжність між міжнародною активністю та локальною UA-активністю.

Наслідки цієї прогалини можуть дати можливість втратити ринок / комерційні переваги – українські розробники можуть поступитися IP-правами іноземним компаніям, якщо не патентуватимуть локально або міжнародно. Шанс для наукової новизни – відсутність UA-патентів на 3D-сокети / лайнери дає можливість оформити патентні заявки з реальними шансами на новизну в UA. Безпека та стандарти – без системного патентування можуть одночасно виникати ризики щодо якості і сумісності частин, які виготовляються на волонтерському рівні.

Можна надати наступні рекомендації – що робити (для науковців / стартапів / винахідників), це: провести патентний пошук і novelty-оцінку (UA + PCT + US + EP) – формалізований пошук по SIS, PATENTSCOPE, Google Patents; визначити «білу зону» (якщо потрібно, я можу зробити такий пошук і підготувати звіт CSV); патентувати технічні рішення, де 3D-друк є суттєвим новим елементом – наприклад: алгоритми скан→CAD з урахуванням м’якості кукси; геометрично керовані пористі структури, які мінімізують локальний тиск; інтегровані «ковзні/амортизуючі» лайнер-вставки, які друкуються разом із сокетом; модульні вузли з інтерфейсами для стандартних компонентів; поєднати клінічні дані + технічну новизну – патент сильніший, коли винахід підкріплено даними (наприклад: вимірювання розподілу тиску у 3D-друкованому сокеті vs. стандартний); розглянути подачу UA-корисної моделі як старт – для локального захисту й швидшого отримання прав; паралельно планувати міжнародну стратегію (PCT) для комерціалізації; співпрацювати з патентним повіреним і ТПП / UNIDO-проєктами – використати міжнародні проєкти для підвищення шансів на міжнародне патентування і знайти фінансування / партнерів.

Є технічні та наукові проблеми за темою: 3D-ДРУКОВАНІ ПРОТЕЗИ, це: 1. Міцність і зносостійкість деталей: друковані з PLA / ABS

часто не витримують тривалих навантажень. Потрібні нові композити (полімери з вуглецевими волокнами, біосумісні смоли, титанові порошки). 2. Точність виготовлення: 3D-друк має похибку (0,1–0,3 мм), що критично для вузлів протезів; проблема стиковки рухомих частин, кріплень, шарнірів. 3. Маса протеза: занадто важкі вироби викликають дискомфорт. Потрібно застосовувати топологічну оптимізацію конструкцій. 4. Функціональність: більшість друкованих протезів – косметичні, а не функціональні. Складність у створенні електроміоелектричних (керованих м'язами) моделей. 5. Сенсорика та керування: недостатня чутливість датчиків. Складність інтеграції сенсорів у друкований корпус. 6. Біосумісність і стерилізація: не всі полімери підходять для тривалого контакту зі шкірою. Стерилізація (автоклав / УФ) руйнує частину друкованих матеріалів. 7. Нові матеріали: розробка біополімерів з антимікробними властивостями. Комбіновані матеріали (полімер + гідрогель для м'яких тканин). 8. Механіка та ергономіка: дослідження навантажень на протез у реальних умовах. Оптимізація конструкції під різні сценарії (біг, підйом вантажів, повсякденне використання). 9. Нейроінтерфейси: система зв'язку «мозок–протез» через електроди ЕМГ / ЕЕГ. Інтеграція сенсорів тиску з передачею сигналу у нервову систему. 10. Персоналізація: створення алгоритмів автоматичного 3D-сканування та генерації моделі. Використання AI для адаптації конструкції під конкретного пацієнта. 11. Сертифікація і стандартизація: необхідність розробки медико-технічних стандартів для 3D-протезів.

Приблизний перелік тем для патентування: 3D-друкований кастомний сокет з внутрішньою градуйованою пористою структурою (контроль локального тиску); лайнер, надрукований з багато-компонентного матеріалу з зональною еластичністю (одночасний друк зон різної жорсткості); модульні вставки-адаптери для швидкої регулювання жорсткості / комфорту (interchangeable 3D printed inserts); інтеграція сенсорних каналів у 3D-друкованому сокеті для моніторингу тиску / температури (включаючи шлях друку каналів під датчики); цифровий робочий процес (скан→алгоритм CAD→параметри друку) з автоматичною оптимізацією для конкретної кукси; біосумісний полімер для 3D-друку протезів з антимікробними наночастинками срібла; полегшена топологічно оптимізована конструкція протезної кисті, надрукованої методом FDM; система інтегрованих сенсорів у протезі, що передає дані на мобільний додаток; протез із змінними насадками

(наприклад, «кисть-гачок», «кухонний інструмент», «спортивний модуль»); модуль керування протезом на основі електроміографії з вбудованим бездротовим передавачем; гібридний протез: жорстка друкована основа + еластичний 3D-друк із TPU (імітація шкіри); автоматизована система персоналізації протезів – програмне забезпечення, що генерує модель з 3D-скану; метод стерилізації 3D-друкованих полімерних протезів без руйнування структури; вставки з пористих матеріалів у протезі для вентиляції й зменшення подразнення шкіри; модуль живлення протезу (міобатарея або енергоефективна система) з автономністю >24 год.

Представимо декілька пропозицій для патенту.

1. Біосумісний полімерний матеріал з антимікробними властивостями для 3D-друку протезів. **Суть:** новий композит на основі PLA / TPU з додаванням наночастинок срібла або оксиду цинку, що запобігає запаленню шкіри. **Формула винаходу:** біосумісний полімерний матеріал для 3D-друку, що містить термопластичний полімер і наночастинки металу з концентрацією 0,5–2,0% маси. Матеріал за п. 1, у якому наночастинки вибрані з групи: срібло, мідь, оксид цинку.

2. Полегшена конструкція протезної кисті з топологічною оптимізацією. **Суть:** використання спеціальних алгоритмів для створення легкого, але міцного корпусу кисті. **Формула винаходу:** протез кисті, виготовлений методом 3D-друку, корпус якого має топологічно оптимізовану решітчасту структуру. Протез за п. 1, у якому щільність решітки змінюється відповідно до зон навантаження.

3. Модульна система змінних насадок для протезів. **Суть:** один базовий протез із можливістю швидкої заміни робочої частини (спортивний модуль, кухонний, інструментальний). **Формула винаходу:** протез верхньої кінцівки, що містить універсальний корпус і знімні функціональні насадки, з'єднані магнітним або байонетним замком. Протез за п. 1, у якому насадки включають побутові, спортивні та спеціалізовані інструментальні модулі.

4. Інтегрована сенсорна система в 3D-друкованому протезі. **Суть:** у корпус вбудовані сенсори тиску і температури, що передають дані на мобільний застосунок. **Формула винаходу:** протез верхньої кінцівки, що містить корпус із полімерного матеріалу та інтегровані сенсори тиску. Протез за п. 1, у якому сенсори з'єднані з електронним модулем для передачі даних по Bluetooth.

5. Система керування протезом на основі електроміографії (ЕМГ). **Суть:** датчики на шкірі зчитують сигнали від м'язів і передають їх на мікроконтролер протеза. **Формула винаходу***:* Система керування протезом, що включає електроміографічні датчики, розташовані на поверхні шкіри, та мікроконтролер з програмним забезпеченням. Система за п. 1, у якій сигнали підсилюються та обробляються для виконання рухів протезом.

6. Метод стерилізації 3D-друкованих протезів без руйнування структури. **Суть:** новий спосіб знезараження протезів за допомогою УФ-опромінення з озонуванням, який не руйнує полімер. **Формула винаходу:** метод стерилізації протезів, виготовлених методом 3D-друку, що включає обробку УФ-опроміненням у поєднанні з озоновою камерою. Метод за п. 1, у якому експозиція триває 10–30 хв при концентрації озону 0,2–0,5 ppm.

7. Вставки з пористих матеріалів для вентиляції протеза. **Суть:** у внутрішній частині протеза є змінні пористі вставки (з ПВХ-піни чи TPU), що забезпечують вентиляцію і комфорт. **Формула винаходу:** протез кінцівки, що містить внутрішні вентиляційні вставки з пористого еластичного матеріалу. Протез за п. 1, у якому вставки виконані з термопластичного поліуретану із пористістю 20–50%.

Висновок. В Україні існує висока практична активність у виготовленні 3D-друкованих протезів (клініки, волонтерські ініціативи, міжнародні проєкти), але **в публічних UA-реєстрах немає чітких патентів після 2020 р., які прямо захищають 3D-друковані сокети / лайнери / модулі** – отже, це реальна патентна прогалина і можливість для наукової / комерційної новизни.

Список використаних джерел

1. Державне підприємство «Український інститут інтелектуальної власності». Спеціалізована інформаційна система (SIS) пошуку у базах даних промислової власності України. – URL: https://sis.ukrpatent.org.

2. United Nations Industrial Development Organization. Boosting Ukraine's Capacity for 3D-Printed Prosthetics. – URL: https://www.unido.org/news/boosting-ukraines-capacity-3d-printed-prosthetics.

3. Victoria Hand Project. Hands for Ukraine – 3D Printed Prosthetic Hands for War Victims. – URL: https://victoriahandproject.com/hands-for-ukraine.

4. Prusa Research. Helping Ukraine with 3-D Printed Prosthetics // Prusa3D Blog. – 2022. – URL: https://blog.prusa3d.com/helping-ukraine-with-3d-printed-prosthetics.

5. Morfilament (блог). Проєкт «Руки для України» створює 3D-друковані протези для українських військових. – 18 липня 2023. – URL: https://monofilament.com.ua/ua/blog-novini-3d-druku-ta-additivnih-tehnologij/...

6. 3DWay.com.ua (блог). 3D-друк у медицині: допомога в розробці протезів кінцівок. – Жовтень 2023. – URL: https://3dway.com.ua/blog/3d-printing-in-medicine.

7. 3D-factory.com.ua (блог). 3D-друк у медицині – протезування. – 2021–2022. – URL: https://3dfactory.com.ua/3d-pechat-protezov.

8. Tonfix-service.in.ua (блог). Створення протезів за допомогою 3D-друку. – 2022–2023. – URL: https://www.tonfix-service.in.ua/ua/blog/....

9. 0462.ua (портал). Клініка Остеоніка: виготовлення і друк 3D-протезів. – 2025. – URL: https://www.0462.ua/list/411612.

10. KLONA (блог). Як роблять протез ноги: ідеї, моделювання, 3D-друк. – Серпень 2023. – URL: https://klona.ua/uk/blog/industrial-design-uk/yak-roblyat-protez-nogy-ideyi-modelyuvannya-3d-druk.

11. Іванов П., Петров О. Сучасні тенденції в протезуванні з використанням 3D-друку // Український журнал медичної інженерії. – 2023. – № 4. – С. 45–56.

12. Сміт Дж. 3D-друк в медицині. – Київ : Мед. літ., 2022. – 250 с.

13. Ковальчук А. В. Розробка технології виготовлення індивідуальних протезів методом адитивного виробництва : дис. ... канд. техн. наук. – Київ, 2024. – 190 с.

14. Мельник В. В. 3D-друк як інструмент прискореного протезування в умовах конфлікту // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології в медицині». – Київ, 2024. – С. 89–95.

УДК 629.735:358.4]:623.428.82

ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ БОЙОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Коломійцев Олексій Володимирович,
доктор наук, професор,
Заслужений винахідник України,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків;
Комаров Володимир Михайлович,
кандидат наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ;
Сайко Володимир Григорович,
доктор наук, професор,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація: *У дописі представлені результати проведеного аналізу сучасного стану системи військового ремонту (СВР) та її можливостей щодо підтримки у справному стані та повної бойової готовності бойової авіаційної техніки (АТ). Показано недоліки, пов'язані з переходом на сервісне обслуговування (СО), а також визначено основні фактори, що впливають на ефективність СВР. Розроблено вимоги до перспективної СВР та визначено основні шляхи підвищення можливостей ВЗР при відновленні справності та працездатності сучасної бойової АТ.*

Ключові слова: *авіаційна техніка, система військового ремонту, сервісне обслуговування, відновлення, ремонт, ефективність.*

Abstract: *The article presents the results of an analysis of the current state of the military repair system (MRS) and its capabilities to maintain combat aircraft (CA) in good condition and in full combat readiness. The disadvantages associated with the transition to service maintenance (SM) are shown, and the main factors affecting the effectiveness of SZR are also identified. Requirements for a promising SZR have been developed and the main*

ways to increase the SZR's capabilities when restoring the serviceability and operability of modern combat aviation equipment have been identified.

Keywords: *aviation equipment, military repair system, service, restoration, repair, efficiency.*

Постійне вдосконалення процесу технічної експлуатації забезпечує необхідну високу готовність та підтримує необхідний рівень справності АТ. Технічна експлуатація бойової АТ (рис. 1) є частиною її експлуатації і включає технічне обслуговування (ТО), ремонт, транспортування та зберігання [1–7].

Рис. 1. Літальний апарат в процесі експлуатації

Система ТО та ремонту бойової АТ визначається сукупністю взаємопов'язаних засобів (обладнання тощо), експлуатаційної та ремонтної документації, а також обслуговуючого персоналу, яка необхідна для підтримки та відновлення (якості або експлуатаційних характеристик) об'єктів, що входять до цієї системи [2–3].

Військовий ремонт (ВР) АТ – це такий вид ремонту, при якому досягається постійне, безперервне та оперативне усунення відмов та пошкоджень АТ. Підтримується необхідний (встановлений) рівень справності та готовності (бойової) АТ до всебічного застосування. Від ефективної організації ВР залежать такі складові надійності, як готовність і довговічність бойової АТ, що експлуатується і бере участь у бойових діях, так і необхідний наліт льотного складу авіаційної частини.

Ремонт АТ, що виконується у місцях розміщення (базування) авіаційних частин або розташування несправної АТ, силами та засобами інженерно-авіаційної служби (ІАС), називається військовим [4]. Склад

технології військового ремонту АТ наведено на рисунку 2.

Рис. 2. Ремонт авіаційної техніки

операції з виявлення несправного агрегату, блоку та системи

↓

локалізація несправного агрегату, блоку та системи

↓

діагностування несправного агрегату, блоку та системи з використанням діагностичного обладнання і новітніх методів неруйнівного контролю

↓

усунення несправності шляхом налагодження або заміни елемента, що відмовив, виконання настроювально-регулювальних робіт

↓

контроль технічного стану відновленого агрегату, блоку чи системи

↓

контроль працездатності відновленого агрегату, блоку чи системи та літального апарату в цілому

За результатами проведеного аналізу розвитку СВР можливо свідчити про наступне. До 1970 р. вдосконалення СВР – зміна організаційної структури, поява та модернізація засобів ВР, розробка необхідної експлуатаційної та ремонтної документації, введення в дію настанов з інженерно-авіаційного забезпечення (ІАТ) як складової системи ІАТ, йшло паралельно з розвитком АТ. Проте надалі СВР створювалась для ремонту АТ 3-го покоління, практично без змін та без врахування фактичного стану АТ, що призвело до екстенсивного шляху розвитку СВР. При цьому, зміни в організаційній структурі СВР стосувалися виключно

штатної чисельності інженерно-технічного складу (ІТС). Поява нових систем АТ військового призначення призвела до збільшення кількості груп обслуговуючого персоналу та персоналу, що ремонтує, без урахування їх впливу на ефективність як системи ТО, так і СВР.

Суперечність, що виникла у практиці між удосконаленням ТО АТ та розвитком СВР, призвела до того, що можливості щодо вдосконалення ІАО за рахунок підвищення ефективності відновлення справності та працездатності АТ при такій організаційній структурі СВР практично вичерпані. У зв'язку з цим виникає практично важливе та актуальне для Військово-Повітряних Сил України військово-наукове та організаційно-технічне завдання щодо підвищення ефективності СВР.

Ефективна СВР у мирний час обумовлюється необхідністю оперативного відновлення пошкодженої АТ та тієї, що відмовила АТ у процесі експлуатації. При цьому, пошкодження АТ (рис. 3) є наслідком ведення бойових дій, помилок льотного та ІТС, впливу метеорологічних та природних факторів (зіткнення з птахами, град, зледеніння тощо), а відмови – є наслідком зниження рівня надійності окремих вузлів (функціональних елементів), агрегатів та систем АТ у процесі експлуатації.

Таким чином, потреба в оперативному відновленні справності та працездатності АТ у процесі експлуатації об'єктивно існує постійно. Зараз, в результаті переходу на СО, завдання щодо відновлення справності та працездатності АТ (у рамках контракту життєвого циклу) покладено на фахівців сервісних організацій.

Рис. 3. Бойові пошкодження конструкції літального апарату

У цій публікації СО – це комплекс робіт з підтримки, відновлення справного чи працездатного стану АТ та відновлення її ресурсів, що проводиться у військових чи заводських умовах, підприємствами відповідно до державного контракту.

До основних функцій СО відносяться [5]: ТО АТ, контроль технічного стану АТ, що експлуатується; технічне діагностування АТ; авторський нагляд у процесі експлуатації зразків АТ, відповідно до вимог державних контрактів; виконання контрольно-відновлювальних робіт на АТ; продовження призначених показників ресурсів та термінів служби АТ; формування обмінного фонду за рахунок придбання нових агрегатів, а також ремонту несправних агрегатів, що відмовили; плановий та оперативний (поточний) ремонт АТ; проведення огляду виробів АТ, що підлягають державному технічному нагляду; заводський (середній та капітальний) ремонт АТ та агрегатів; навчання ІТС авіаційних частин правилам експлуатації АТ та виконання найбільш складних операцій з відновлення справності та працездатності АТ відповідно до вимог експлуатаційної документації; модернізація АТ та агрегатів.

Проте перехід на СО виявив наступні недоліки системи [5]:

– збільшення вартості робіт з відновлення справності та працездатності агрегатів (блоків), що обумовлено включенням у вартість робіт оплати логістичних витрат на транспортування ремонтного фонду до місця проведення ремонту та назад до експлуатуючої організації, оплати витрат на відрядження виїзних бригад із СО;

– збільшення термінів відновлення АТ, яка відмовила, тому, що сторонні організації виявилися не здатними у повному обсязі і у встановлені терміни виконати увесь обсяг робіт з відновлення справності та працездатності АТ, що відмовила (особливо у період ведення бойових дій);

– зниження рівня кваліфікації особового складу ІАС у зв’язку з відсутністю необхідної практики щодо поточного ремонту агрегатів (блоків).

Таким чином, перехід на СО призвів до повного згортання існуючої СВР АТ. У ситуації необхідним є процес відновлення СВР АТ на сучасній основі, оскільки повернення до колишньої організаційної структури СВР не забезпечить достатнього рівня справності [6].

Рис. 4. Розміщення обладнання
на борту ЛА

Це пояснюється ускладненням сучасної АТ – збільшенням щільності монтажу бортового радіоелектронного та авіаційного обладнання на борту літального апарата (ЛА, рис. 4), насиченням дублюючих та резервуючих систем, застосуванням нових конструкційних матеріалів тощо.

Викладене призводить до значного збільшення складності та трудомісткості ремонтних робіт. Однак, з іншого боку, конструктивно закладений, при розробці та виробництві нової АТ, високий рівень контролю придатності обумовлює зменшення трудомісткості ТО та зниження необхідного рівня кваліфікації ІТС за рахунок підвищення рівня автоматизації та наявності бортових автоматизованих систем контролю. Це дозволяє отримувати інформацію про технічний стан літака військового призначення без демонтажу контрольованого обладнання та без застосування зовнішньої контрольно-перевірочної апаратури (рис. 5).

Рис. 5. Отримання інформації про технічний стан літака типу Су-25,
пошкодженого при виконанні бойового завдання

Отже, виникає диспропорція між трудовитратами на ТО та ремонт АТ військового призначення, причому різко збільшено трудовитрати на відновлення справності та працездатності сучасної АТ. У цих умовах головна проблема СВР полягає у тому, що на особовий склад ІАС, який виконує роботи з ТО АТ, покладено завдання з відновлення справності та працездатності АТ, що відмовила (рис. 6).

Рис. 6. Відновлення справності та працездатності АТ різних типів, що відмовила

Один спеціаліст виконує контроль якості виконаних робіт з ТО та ремонту АТ. Вирішення цієї проблеми можливе шляхом функціонального і структурного розподілу робіт з ТО та робіт з відновлення працездатності АТ, а також створення модульної СВР, що включає: ВР при ТО; ВР 1-го рівня (в обсязі поточного ремонту АТ) та ВР 2-го рівня (в обсязі середнього ремонту).

Перспективна СВР як основна складова технічної експлуатації з оперативного відновлення справності та працездатності АТ повинна відповідати наступним вимогам:

– відповідати технічному обліку АТ, що експлуатується;

– забезпечувати безінерційний перехід на режим роботи особливого періоду у встановлені терміни та успішно вирішувати поставлені завдання щодо відновлення справності та працездатності АТ;

– забезпечувати ефективне виконання ВР АТ на базовому аеродромі, а також у разі автономної роботи на оперативному аеродромі та у місцях вимушеної посадки АТ військового призначення;

– відповідати сучасним вимогам щодо встановлення обсягу та глибини ремонтних робіт на АТ, з урахуванням виконання їх в експлуатуючих організаціях;

– мати певний ступінь універсальності та уніфікації, для можливості ремонту різних типів ЛА;

– мати встановлений рівень військово-економічної ефективності;

– мати необхідну матеріальну базу для виконання ремонту кваліфікованими фахівцями;

– забезпечувати стійке та оперативне управління у різних умовах функціонування та розміщення.

Таким чином, ефективність функціонування СВР АТ залежить від великої кількості факторів, які умовно можна розбити на дві групи – зовнішні та внутрішні. Чинники, на які у процесі технічної експлуатації АТ не можна вплинути, є зовнішніми, та їх необхідно враховувати у процесі організації відновлення справності та працездатності АТ.

До зовнішніх факторів належать: характеристики бойової АТ як об'єкта ВР, рівень її безвідмовності та ремонтопридатності; конструкційно-технологічні особливості АТ, що закладаються під час розробки з урахуванням призначення, рівня розвитку авіаційного матеріалознавства та технології виробництва; умови та інтенсивність експлуатації АТ; погодно-кліматичні умови та пора року.

Внутрішніми є фактори, на які можливо і необхідно впливати у процесі технічної експлуатації шляхом зосередження та раціонального розподілу сил та засобів, вибором способу або черговості дій тощо. До таких факторів належать: організаційна структура СВР, рівень оснащеності необхідною ремонтною та технологічною документацією, рівень підготовки фахівців ІАС та рівень забезпеченості запасними частинами та матеріалами [7].

Висновки. Існуюча СВР АТ (з урахуванням СО) та її організаційна структура об'єктивно стримують можливості ІАО щодо підтримки та відновлення справності сучасної та перспективної АТ. Для підвищення ефективності відновлення справності та працездатності АТ необхідно створення СВР, адаптованої до умов експлуатації та фактичного стану сучасної та перспективної АТ, з урахуванням запропонованих факторів, що впливають на ефективність СВР. Підвищення ефективності СВР можливо здійснити шляхом функціонального і структурного поділу робіт з ТО та робіт з відновлення працездатності АТ, а також створення модульної СВР, яка включає: підсистеми ВР при ТО, 1-го рівня (у обсязі поточного ремонту АТ) та 2-го рівня (у обсязі середнього ремонту). Реалізація запропонованих вимог при формуванні перспективної СВР сприятиме підвищенню ефективності відновлення справності та

працездатності АТ 4-го і 5-го поколінь, а також ЛА (літаків), що будуть надходити до Збройних Сил України з країн-членів НАТО.

Список бібліографічних посилань

1. ГОСТ 25866–83. Эксплуатация техники. Термины и определения: утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 13 июля 1983 г. № 3105: дата введения 01.01.1985. Москва : Изд-во стандартов, 1983. 11 с.

2. ДСТУ 2389–94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. Київ, 1994. 24 с.

3. Патент України на корисну модель № 127849 «Пристрій для визначення просторово-частотних характеристик коливань консольно закріплених елементів літального апарата при їхніх випробуваннях на утомлену міцність» від 27.08.2018, заявник: Комаров В. О.

4. Коломійцев О. В., Комаров В. О., Обрядін В. В. Основні напрями розвитку систем діагностики і прогностики технічного стану літальних апаратів // European scientific congress. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain, 2023. P. 158–167. URL: https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-european-scientific-congress-15-17-05-2023-madrid-ispaniya-arhiv/.

5. Застосування інформаційних технологій для виявлення експлуатаційних пошкоджень у силових елементах високонавантажених конструкцій планера літального апарату / О. В. Коломійцев, В. О. Комаров, О. М Дмітрієв та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2022. № 2 (47). С. 20–30. DOI: https://doi.org/10.30748/nitps.2022.47.02.

6. Коломійцев О. В., Комаров В. О. Аналіз бойових пошкоджень конструктивних елементів планера штурмовика Су-25 // Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan, 2022. P. 21–27. URL: https://sci-conf.com.ua/i-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-science-and-technology-problems-prospects-and-innovations-19-21-10-2022-osaka-yaponiya-arhiv/.

7. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. Наказ МО України від 05.07.2016 № 343.

УДК 001.891:623]:355.461

ЗАСТОСУВАННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК У СФЕРІ ОБОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ЗБРОЇ, ВІЙСЬКОВОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Коломійцев Олексій Володимирович,
доктор наук, професор,
Заслужений винахідник України,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків;
Сайко Володимир Григорович,
доктор наук, професор,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ;
Комаров Володимир Михайлович,
кандидат наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація. *У роботі представлені інформаційно-аналітичні дослідження, які проводяться у процесі створення, освоєння та реалізації продукції військового призначення з метою забезпечення високого технічного рівня та конкурентоспроможності цієї продукції. Представлено основні інноваційні наукові підходи, методи пошуку нових технічних рішень і можливості використання інтегрованих систем проєктування, що використовуються у інженерній і науковій діяльності при створенні новітніх зразків техніки військового призначення та їх модернізації.*

Ключові слова: *об'єкт озброєння, об'єкт техніки, технічний рівень об'єкта техніки, модернізація, показники якості продукції, патентні дослідження.*

Abstract. *The paper presents information and analytical research conducted in the process of creating, developing and selling military products in order to ensure a high technical level and competitiveness of these products. The main innovative scientific approaches, methods for finding new technical solutions, and possibilities for using*

integrated design systems used in engineering and scientific activities when creating the latest models of military equipment and their modernization are presented.

Keywords: *armament object, technical object, technical level of technical object, modernization, product quality indicators, patent research.*

Основним видом патентних досліджень, що проводяться при виконанні науково-дослідних робіт (НДР) зі створення об'єктів озброєння, військової та спеціальної техніки (ООВ та СТ), є дослідження технічного рівня розроблюваного об'єкта техніки та продукції, що випускається. Його виконують на етапах планування, НДР, розробки та освоєння.

Одержання вихідних даних для оцінки технічного рівня ООВ та СТ на різних стадіях життєвого циклу має здійснюватися шляхом вивчення інформації, яку можна розділити умовно на три основні групи [1].

Перша група – патентна документація: офіційні бюлетені патентних відомств, описи винаходів та промислових зразків до охоронних документів, реферативні додатки до патентних бюлетенів, покажчики тощо, що випускаються патентними відомствами, а також видання окремих інформаційних підприємств, що реферують описи до охоронних документів різних країн. Вся перерахована документація становить основу для отримання даних про технічні нововведення, дозволяє судити про прогресивні напрямки наукових досліджень провідних вітчизняних організацій та зарубіжних підприємств у напрямку розробки та створення ООВ та СТ.

Друга група – науково-технічна література: реферативні журнали, галузеві періодичні видання, звіти про виконані НДР, ДКР (НДДКР), матеріали наукових конференцій та симпозіумів, державні та галузеві стандарти, монографії, інструкції з експлуатації тощо. Ця група джерел інформації містить конкретні кількісні показники ООВ та СТ, результати конструкторських опрацювань, розрахунки промислових схем, технологічних процесів тощо.

Третя група – кон'юнктурно-економічна документація: реферативні журнали, бюлетені іноземної комерційної інформації та додатки до них, промислові каталоги, зарубіжні офіційні статистичні видання, галузеві довідники з підприємств тощо. Ця група джерел інформації містить відомості про комерційну реалізацію продукції фірм аналогічного виробничого профілю. Це дозволяє судити про зміни попиту на світовому ринку на певний вид продукції, а також враховувати зміни її споживчих

властивостей, що може суттєво змінити напрямок вирішення завдань, поставлених перед розробником об'єкта техніки [2].

Мета роботи. Вивчення перелічених джерел інформації, що доповнюють один одного, дозволить на стадії формування плану досліджень і розробок ООВ та СТ зробити висновок про світовий рівень техніки в конкретній галузі, підготувати дані для оцінки технічного рівня об'єкта техніки, що розробляється, на стадіях НДР та його розробки (НДДКР), а також для оцінки рівня продукції, що випускається. Результати, отримані на тій чи іншій стадії життєвого циклу об'єкта техніки, використовуються у системі управління якістю продукції, зокрема, при встановленні та коригуванні у галузі базового зразка, показники якого визначаються головною організацією Міністерства оборони України та затверджуються на конкретний термін відповідними документами.

Результати досліджень використовуються практично з урахуванням тенденцій розвитку галузі, показників науково-технічної та патентно-ліцензійної діяльності провідних вітчизняних організацій та зарубіжних фірм, а також при обґрунтуванні доцільності захисту технічних рішень, створених у процесі розробки об'єктів нової техніки або модернізації існуючих.

З теорії кваліметрії відомо, що якість продукції – це сукупність властивостей продукції, що задовольняють певні потреби відповідно до її призначення. Властивість продукції – це об'єктивна особливість, яка може виявлятися під час її створення, експлуатації чи споживанні. Властивості можуть бути складними, тобто поділяються на менш складні і прості. Виходячи з цього, якість продукції можна розглядати як найскладнішу властивість. Фактично якість можна представити як ієрархічну структуру (дерево властивостей), на найвищому рівні якої перебувають складні якості (якість), але в найнижчому рівні – найпростіші характеристики. Об'єкт техніки, по суті, є системою, що складається з окремих складових частин, що мають певні властивості, та набору зв'язку між ними [3].

Як кожна система, об'єкт техніки (рис. 1–6) може бути схарактеризований з якісної та кількісної сторін, які нероздільні між собою, тому що не існує якості, яка не могла б бути представлена кількісно, і не може бути кількості, не приписаної до якої-небудь якості.

Рис. 1. Об’єкт техніки – танк

Рис. 2. Об’єкт техніки – літак

Рис. 3. Об’єкт техніки – бронетранспортер

Рис. 4. Об’єкт техніки – бронеавтомобіль

Рис. 5. Об’єкт техніки – інженерний боєприпас

Рис. 6. Об’єкт техніки – засіб інженерного забезпечення

Крім абсолютного значення показника, кожна проста чи складна властивість об’єкта техніки може характеризуватись відносним значенням показника, що встановлює ступінь його придатності для використання за призначенням або співвідношення з аналогічним показником іншого

об’єкта. Відносний показник визначається зіставленням значення абсолютного показника об’єкта техніки із встановленим базовим значенням.

Таким чином, під показником якості продукції розуміється кількісна характеристика однієї або декількох властивостей продукції, що становлять її якість, що розглядається стосовно певних умов створення та експлуатації або споживання.

На підставі значень відносних показників та коефіцієнтів вагомості визначають узагальнений показник якості продукції, який всебічно характеризує якість продукції, є його кількісним критерієм та використовується в управлінні якістю.

Отже, технічну досконалість оцінюваної продукції визначають відносні показники, зміна значень яких (рис. 7–8 та 9–10) сприяє покращенню якості продукції.

Рис. 7. Об’єкт техніки до модернізації

Рис. 8. Об’єкт техніки після модернізації

Рис. 9. Об’єкт техніки до модернізації

Рис. 10. Об’єкт техніки після модернізації

Технічна досконалість продукції досягається за рахунок застосування в ній прогресивних рішень, визнаних винаходами (корисними моделями) відповідно до патентних законів, що діють у кожній країні. Використання в об’єкті техніки прогресивних технічних рішень або їх сукупності створює той чи інший показник його якості. Таким чином, за прогресивними технічними рішеннями можна оцінити очікуване поліпшення цих показників.

Прогресивність технічного рішення, застосовуваної розробки об’єкта техніки, оцінюють за такими пунктами: по-перше, якою мірою це технічне рішення задовольняє конкретну суспільну потребу; по-друге, наскільки воно відоме у практичному використанні та яка його роль у оновленні виробництва об’єктів техніки, його модернізації та реконструкції; по-третє, який економічний, соціальний чи технічний ефект забезпечують ці рішення.

Таким чином, до прогресивних можна віднести технічні рішення, які при використанні в об’єктах нової техніки, що розробляються, або модернізації відомих об’єктів, вносять істотні зміни в задоволення конкретних військових потреб і величину, досягається ефекту: економічного, технічного, бойового або соціального.

Відбір прогресивних технічних рішень від використання визначається завданнями, які стоять перед розробниками об’єкта техніки [4]. При розробці об’єкта техніки можна використовувати технічні рішення, створені: – раніше вітчизняними підприємствами; – раніше закордонними фірмами; – у процесі самої розробки. Усі рішення, відібрані для використання у процесі створення та освоєння об’єкта техніки, повинні відповідати вимогам сучасного рівня техніки, патентоспроможності та патентної чистоти.

Захист інтелектуальної власності на розробки військової техніки та технології подвійного призначення є важливим чинником обороноздатності держави, але пов’язаний із низкою викликів, зокрема необхідністю збереження секретності та запобігання витоку критичної інформації.

Критеріями відбору можуть бути: – значущість змін, що вносяться в об’єкт техніки відібраними технічними рішеннями, а також рівень його новизни, отриманий у результаті цих технічних рішень; – корисний ефект у споживача. Може проявитися у поліпшенні якості виробів, і умов експлуатації; – ефект у виробництві, тобто ефект, отриманий виробником нової продукції, що виготовляють на основі впроваджених нових прогресивних технічних рішень. Може виявлятися як скорочення норм

витрати ресурсів, переходу використання дешевших ресурсів, менш дефіцитних сировини чи комплектуючих виробів, підвищення технологічності виготовлення виробів і зменшення шкідливості виробництва; – перехід від одного технічного принципу роботи виробу до іншого, більш сучасного та економічного; – можливість використання технічного рішення за одним або іншим призначенням.

Ідея створення технічного рішення може бути підказана як сферою споживання (формування вигляду об'єкта ОВТ), так і науково-виробничою сферою. На рис. 11–18 показані варіанти модернізації різних типів броньованої техніки шляхом встановлення на ній різного типу озброєння.

Модернізація БТР-60

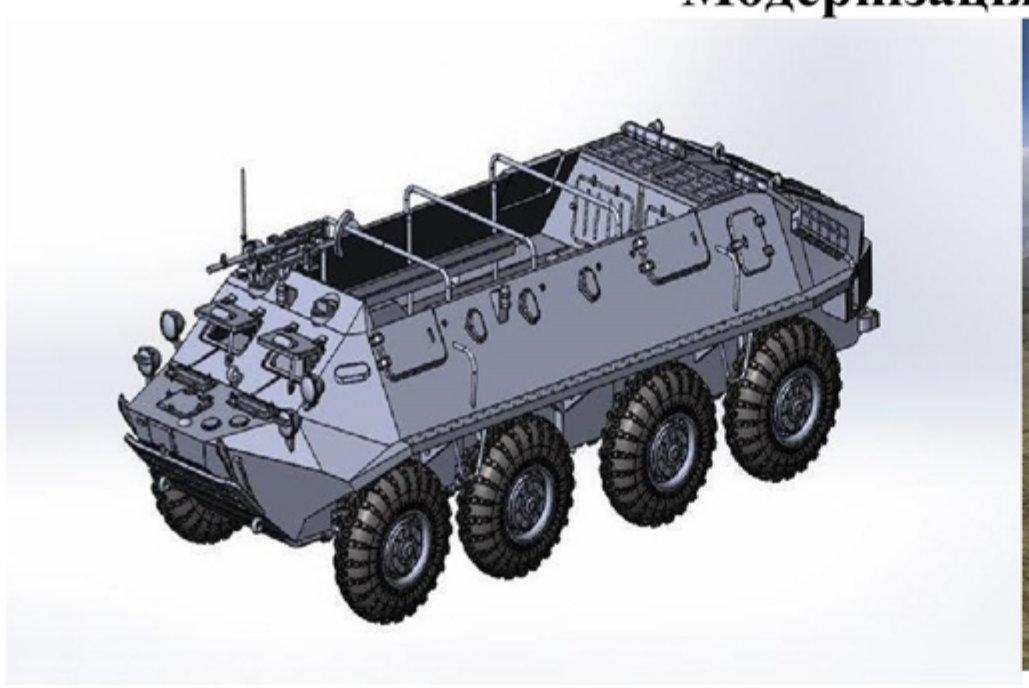

Рис. 11. Базовий варіант БТР для модернізації

Рис. 12. Модернізація БТР шляхом встановлення обертової башти з кулеметом калібру 12,7-мм

Рис. 13. Модернізація БТР шляхом установки башти, що обертається, з гарматою калібру 30-мм

Рис. 14. Модернізація БТР шляхом установки обертової башти з гарматою калібру 30-мм та ПТРК

Модернізація МТЛБ

Рис. 15. Модернізація МТЛБ шляхом встановлення швидкострільних гармат калібру 30-мм у обертових баштах

Рис. 16. Модернізація МТЛБ шляхом встановлення на корпусі башти з кулеметом калібру 7,62-мм та системи ПЗРК

Рис. 17. Модернізація МТЛБ шляхом встановлення РСЗВ

Рис. 18. Модернізація БТР-60ПБ шляхом встановлення на башті блоку НУРС калібру 57-мм

Як було зазначено, прогресивне технічне рішення є предметом патентного захисту. Тому при відборі винаходів для розробки необхідно також враховувати відповідність рішення критеріям новизни та корисності, яким повинні відповідати заявки, подані до патентних відомств країн світу, оскільки лише патентна документація дозволяє визначити якісні показники об'єкта техніки.

Висновки. Таким чином, науково-технічна та кон'юнктурно-економічна документація містить як якісні показники, так і їх кількісні значення у досліджуваних об'єктах техніки (або в цій галузі техніки). Встановлення абсолютних значень показників якості є складною проблемою. Тому підготовка даних для оцінки технічного рівня пов'язана з оцінкою показників, що визначаються на підставі вивчення відібраної патентної, науково-технічної та кон'юнктурно-економічної документації.

Список бібліографічних посилань

1. Баскаков А. Я., Туленков Н. В. Методология научного исследования : учеб. пособие. Київ, 2004. 216 с.

2. Комаров М. С. Основы научных исследований. Львов : Вища шк. Изд-во при Львов. ун-те, 1982. 128 с.

3. Лудченко А. А., Лудченко Я. А., Примак Т. А. Основы научных исследований : учеб. пособие / под ред. А. А. Лудченко. Киев : Знання, КОО, 2000. 114 с

4. Шейко В. М., Кушнаренко Н. М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності : підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Знання-Прес, 2002. 295 с.

Список використаних джерел

1. Brainard G. C., Hanifin J. P. Photoreception for human circadian rhythms regulation. Science, 2001.
2. Cajochen C. Alerting effects of light. Sleep Medicine Reviews, 2007.
3. Rea M. S., Figueiro M. G. Circadian light: An integrative model. Lighting Research & Technology, 2014.
4. CIE S 026:2018. System for Metrology of Optical Radiation for ipRGC-Influenced Responses to Light.
5. Figueiro M. G., Rea M. S. Office lighting and human performance. Journal of Circadian Rhythms, 2016.
6. Lucas R. J. et al. Measuring and using light in the melanopsin age. Trends in Neurosciences, 2014.

УДК 623.4.084.3:629.7.025

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГІРОСКОПІВ ДЛЯ ЗБУДЖЕННЯ КОЛИВАНЬ КРИЛА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ З ВЛАСНОЮ ЧАСТОТОЮ

Коломійцев Олексій Володимирович,
доктор наук, професор,
Заслужений винахідник України,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків;
Комаров Володимир Михайлович,
кандидат наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут;
Сайко Володимир Григорович,
доктор наук, професор,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація. *У роботі розглядається можливість застосування гіроскопів як збуджувачів коливань крила літального апарата при проведенні досліджень на виявлення пошкоджень у силових елементах крила. Наводиться методика збудження*

коливань консольно закріплених конструкцій з частотою власних коливань, приводяться методи збудження за допомогою гіроскопів коливань крила з власною частотою за вигинною та крутильною формами.

Ключові слова: *гіроскоп, частота власних коливань, літальний апарат, крило, силовий набір, неруйнівний контроль, вигинні коливання, крутильні коливання, діагностика технічного стану.*

Abstract. *The paper considers the possibility of using gyroscopes as exciters of aircraft wing vibrations when conducting research to detect damage to wing power elements. The method of excitation of vibrations of cantilevered structures with a natural frequency of vibrations is presented, and methods of excitation of wing vibrations with a natural frequency in bending and torsional forms using gyroscopes are presented.*

Keywords: *gyroscope, natural frequency, aircraft, wing, power set, non-destructive testing, bending vibrations, torsional vibrations, technical condition diagnostics.*

Частотні випробування конструкцій літальних апаратів (ЛА), зокрема, крила й оперення літаків, проводяться з метою визначення наявності утомлених і іншого виду ушкоджень у силових елементах зазначених конструкцій по зміні частоти їх власних коливань. Суть неруйнівного методу контролю частоти власних коливань (ЧВК) полягає в тому, що попередньо (на свідомо неушкоджених конструкціях) визначаються частоти власних вигинних і крутильних коливань, величина яких контролюється в період експлуатації цього літального апарата. Обмірювані частоти власних коливань визначають за еталонні для наступних вимірів. Плавне зниження частоти власних коливань є наслідком природного старіння конструкції (зменшується міцність і жорсткість конструкції). Різке ж зниження ЧВК, що виявляється при черговому діагностичному контролі, буде з достатньою точністю свідчити про появу ушкодження в елементах силового набору конструкції. Застосування в комплексі вигинних і крутильних форм коливань дозволяє більш точно визначити місце ушкодження тому, що чутливість методу контролю ЧВК до ушкодження з конкретним його місцем розташування залежить від напруженого стану ушкодженого силового елемента. Ушкодження таких елементів поздовжнього силового набору, як стрингери, обшивка, пояси лонжеронів значно зменшує лише вигинну жорсткість конструкції, а поява ушкоджень у поясах бортових нервюр, поздовжніх тріщин у стінках лонжеронів і обшивці практично не призводять до зниження ЧВК вигинних тонів. У той же час зазначені ушкодження суттєво знижують жорсткість конструкції на крутіння.

Для виявлення таких ушкоджень необхідно використовувати крутильні форми коливань.

У зв'язку з тим, що вільні коливання крила завжди є спільними, то крила, а особливо стріловидні, одночасно роблять як вигинні, так і крутильні коливання. Тому основною умовою порушення вигинних або крутильних коливань було й залишається місце прикладення збудливої сили. У консольно закріплених конструкцій, якими є крило й оперення літака, при прикладенні збудливої сили в точці на осі жорсткості будуть переважати вигинні деформації, а при прикладені пари сил відносно осі жорсткості на рівних відстанях від неї – будуть переважати крутильні деформації. Це дозволяє в багатьох випадках обґрунтовано розділяти коливання конструкції на вигинні і крутильні.

При проведенні частотних випробувань використовувалися експериментальні установки (рис. 1) й методики проведення досліджень [1]. Як показала практика проведення експериментальних досліджень, експериментальні установки, що застосовувалися при частотних випробуваннях, мають деякі недоліки. А саме: недоліками є те, що для порушення коливань використовувалося устаткування, яке конструктивно та технологічно не зв'язане з об'єктом контролю (рис. 1). Для практичних цілей застосовувалося устаткування у вигляді віброзбуджувача коливань на основі безконтактного впливу на випробувану конструкцію за допомогою блоків електромагнітів. Збудливий вплив у вигляді електромагнітного поля передається на конструкцію через силопередаючий феромагнітний важіль, що закріплюється на конструкції в місці, що забезпечує передачу як згинаючого, так і крутного моментів [2].

Згідно із зазначеним на лівій консолі крила літака показано схему закріплення обладнання «1» для збудження у комплексі вигинних і крутильних коливань по першому тону коливань, а на правій консолі – обладнання «2» для збудження у комплексі вигинних і крутильних коливань по другому та третьому тону коливань (обладнання конструктивно не відрізняється між собою) – рис. 1.

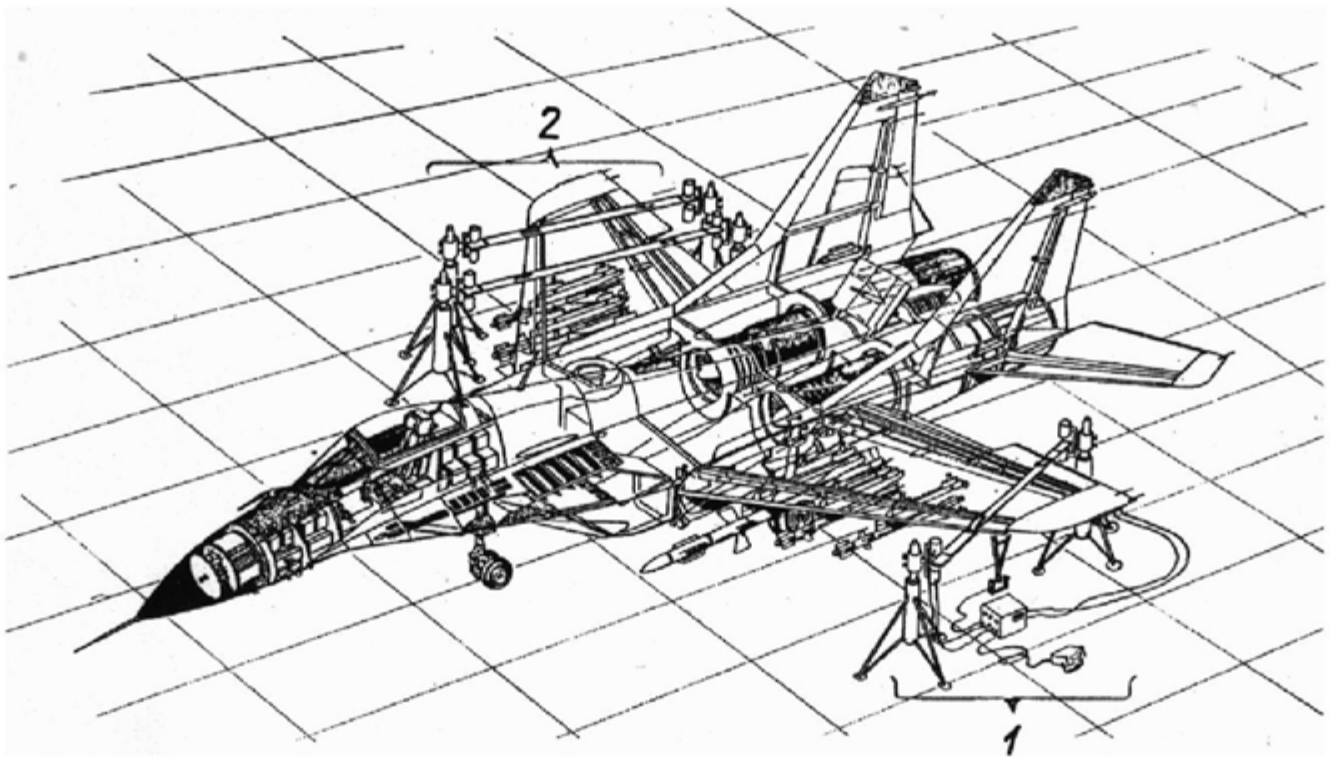

Рис. 1. Схема розміщення обладнання, що входить до складу експериментальної установки, на консолях крила літака (типу МіГ-29)

Силопередаючий феромагнітний важіль (СФВ) довжиною ***L*** закріплюється на консолі крила перпендикулярно його осі жорсткості так, щоб плечі (***L/2***) зазначеного СФВ були рівними між собою відносно осі жорсткості (рис. 2) [2]. Блоки електромагнітів закріплюються, наприклад, на гідропідйомниках (рис. 1).

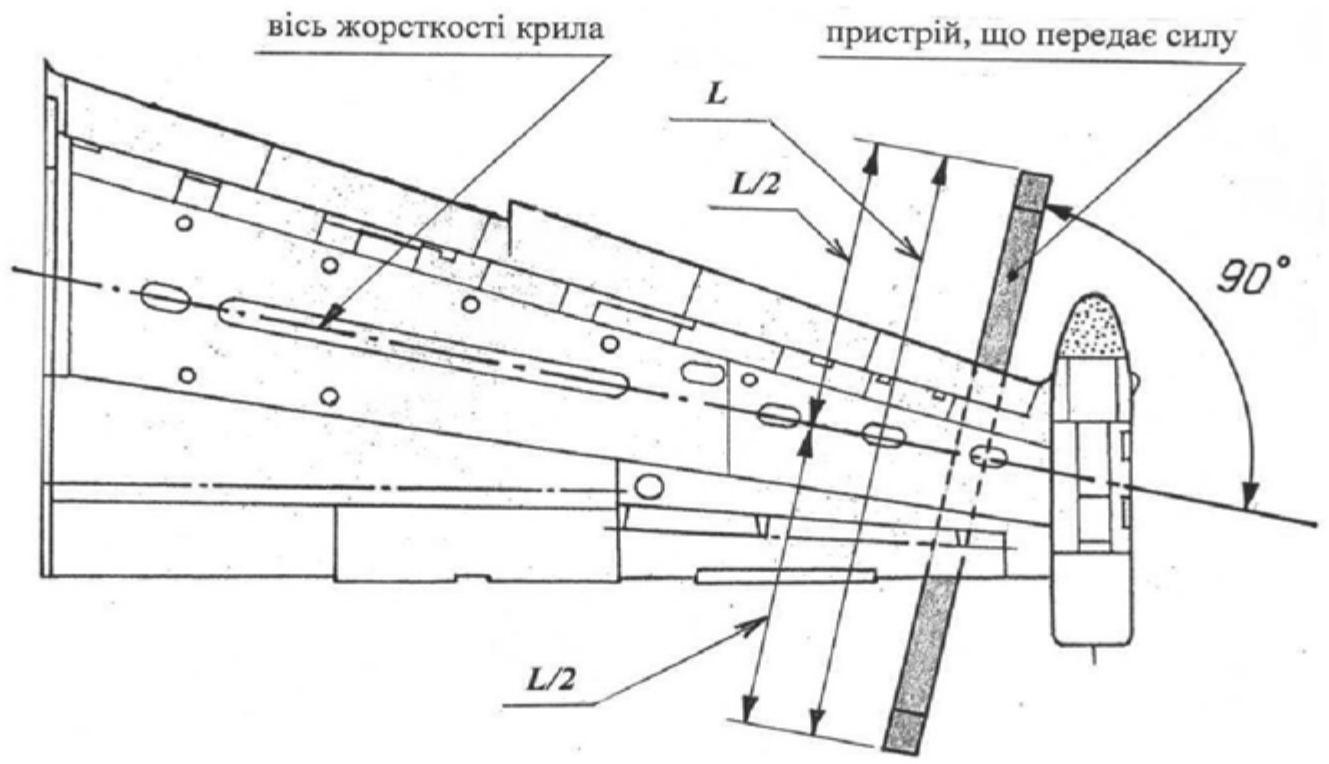

Рис. 2. Схема закріплення силопередаючого важеля на крилі літака (типу Су-25)

Застосування вказаного устаткування знижувало ефективність частотних випробувань через необхідність попереднього монтажу й

підготовки устаткування для частотних випробувань до роботи. При цьому мінімальний час, необхідний для підготовки устаткування до роботи, знаходився в межах 20–30 хвилин. Сумарні витрати часу на монтаж і демонтаж устаткування (при самих сприятливих умовах) були менше, ніж 35–40 хвилин. Усе це позначалося на інтенсивності діагностичного контролю великого парку ЛА.

Розроблені конструкції діагностичних комплексів (при їх впровадженні в практику експлуатації ЛА) дозволили б скоротити час підготовки до частотних випробувань до 10–15 хвилин на об'єкт контролю, і мати сумарні витрати часу в межах 20–25 хвилин, але й вони передбачають проведення підготовчих робіт, пов'язаних з установкою на об'єкт контролю силопередаючого обладнання. Використання таких мобільних комплексів для діагностики літальних апаратів можливо тільки при знаходженні літаків на землі. Польотний контроль технічного стану конструкцій літаків за допомогою наявного устаткування практично неможливий.

Для цілей діагностики технічного стану конструкцій літального апарата безпосередньо в умовах польоту були розроблені спеціальні методики на основі методу контролю ЧВК по еталонних параметрах частот [1].

У зв'язку з наявними недоліками відпрацьованих методик і конструкцій експериментальних установок, що застосовуються при частотних випробуваннях, були розроблені вказані нижче перспективні методики й устаткування для їх здійснення. Удосконалення устаткування для діагностики технічного стану конструкцій літальних апаратів із застосуванням гіроскопів дозволить не тільки усунути зазначені недоліки, але й використовувати зазначене устаткування для діагностичного контролю конструкцій ЛА як на землі, так і в умовах польоту, практично без витрат часу на підготовку устаткування до роботи.

1. Порушення вигинних коливань консольно закріплених конструкцій.

Розроблений спосіб порушення вигинних коливань конструкцій літака у вигляді консольно закріплених несучих поверхонь базується на теорії закону прецесії осі гіроскопа від дії на гіроскоп зовнішньої сили, що створює момент щодо точки підвісу гіроскопу.

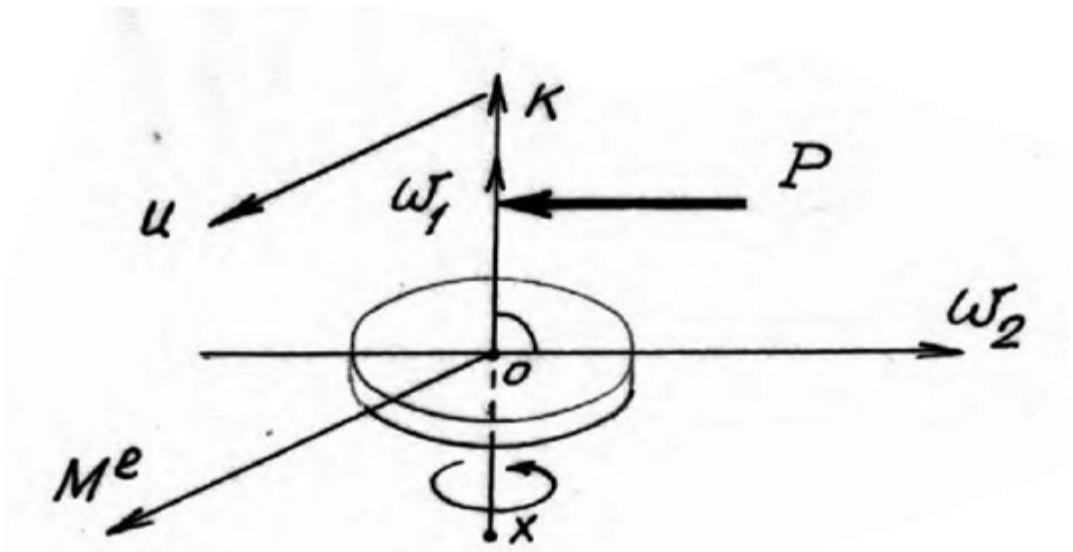

Рис. 2. Схема прикладання зовнішньої сили Р до гіроскопа

Суть зазначеного фізичного явища пояснюється за допомогою рис. 2, де розглядається гіроскоп, до якого прикладена зовнішня сила ***P***, що створює момент M^e щодо точки підвісу (точка ***X***) по осі ***K***.

При прикладанні до обертового з великою швидкістю гіроскопа сили ***P*** (показане на рис. 2), під дією сили ***P*** вісь ***K*** гіроскопа буде переміщатися в напрямку моменту M^e перпендикулярно до лінії дії сили ***P***. Згідно з теорією Резаля кінець вектора ***K*** здобуває швидкість $U = M^e$.

Отже, якщо закріпити гіроскоп так, як показано на рис. 3, де вісь (вектор ***K***) обертання гіроскопа має свободу переміщення тільки в площині ***ZXK***, сили $P_1(t)$ і $P_2(t)$ спрямовані перпендикулярно до осі ***K*** та лежать у площині ***ZXK,*** а напрямок обертання гіроскопа $\omega 2$ збігається із зазначеним (рис. 3), то при дії на гіроскоп сили $P_1(t)$ він почне прецесувати у площині ***YXK*** (рис. 4), згинаючи вісь ***K*** до положення ***K'*** (на кут θ), а при дії сили $P_2(t)$ – вісь ***K*** зігнеться в положення ***K''*** (на кут θ) – (рис. 5).

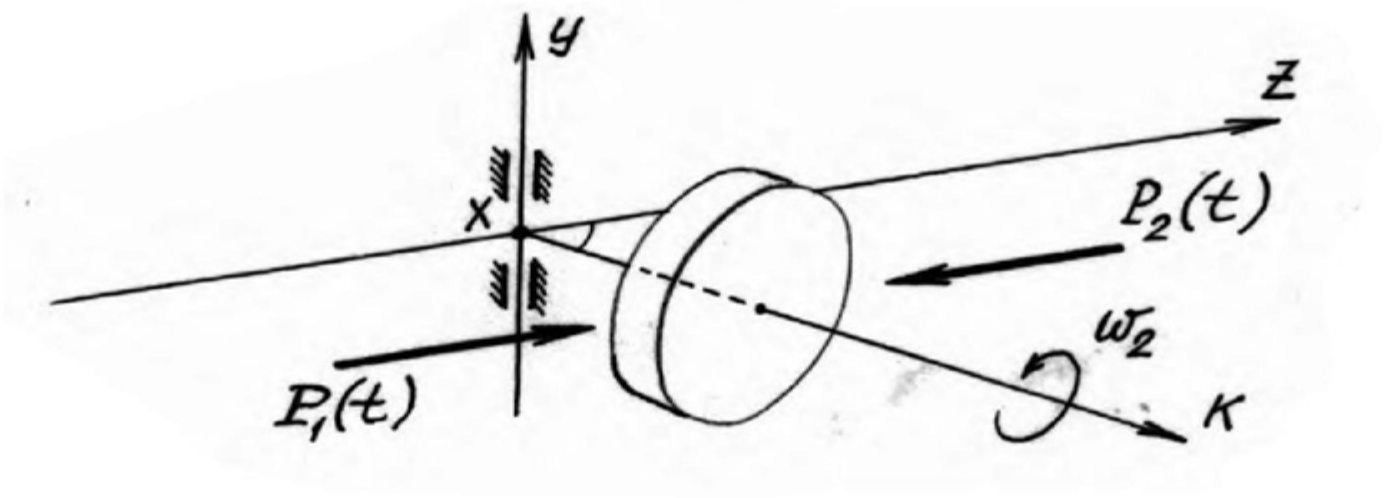

Рис. 3. Схема прикладання сил *P1(t)* і *P2(t),* що спрямовані перпендикулярно до осі *K* гіроскопа та лежать у площині *ZXK*

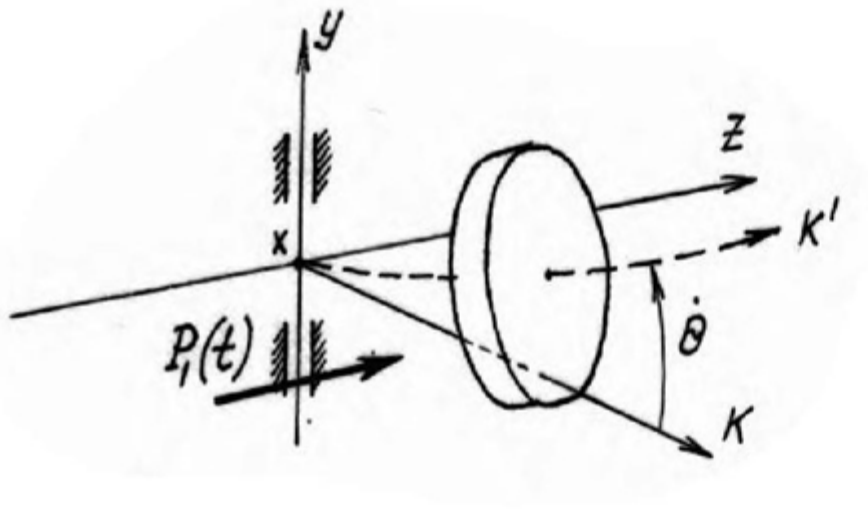

Рис. 4. Схема прикладання сили *P1(t)* у площині *YXK*

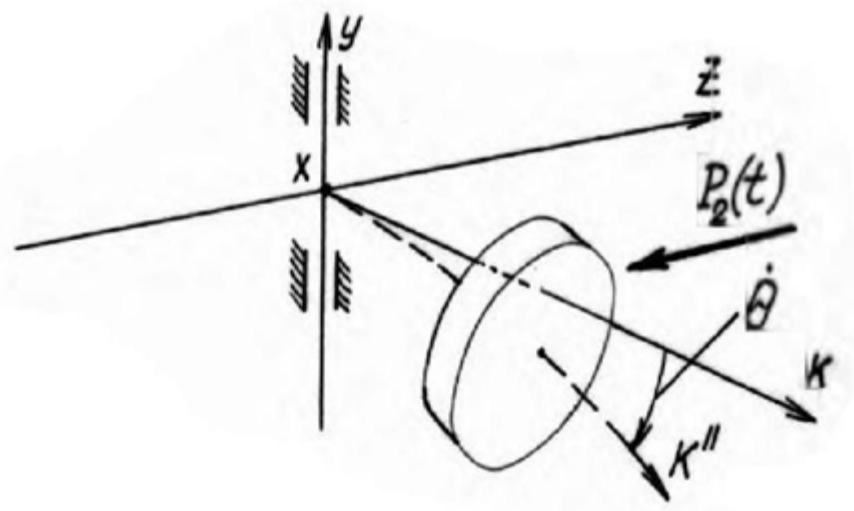

Рис. 5. Схема прикладання сили *P2(t)* у площині *YXK*

При періодичному (з великою частотою) впливу силами ***P1(t)*** і ***P2(t)*** на гіроскоп, що обертається з великою швидкістю ***ω2***, виникнуть його періодичні коливання в площині ***YXK***, що призведе до коливань конструкції, на якій він буде закріплений, у площині ***YXK*** (рис. 6).

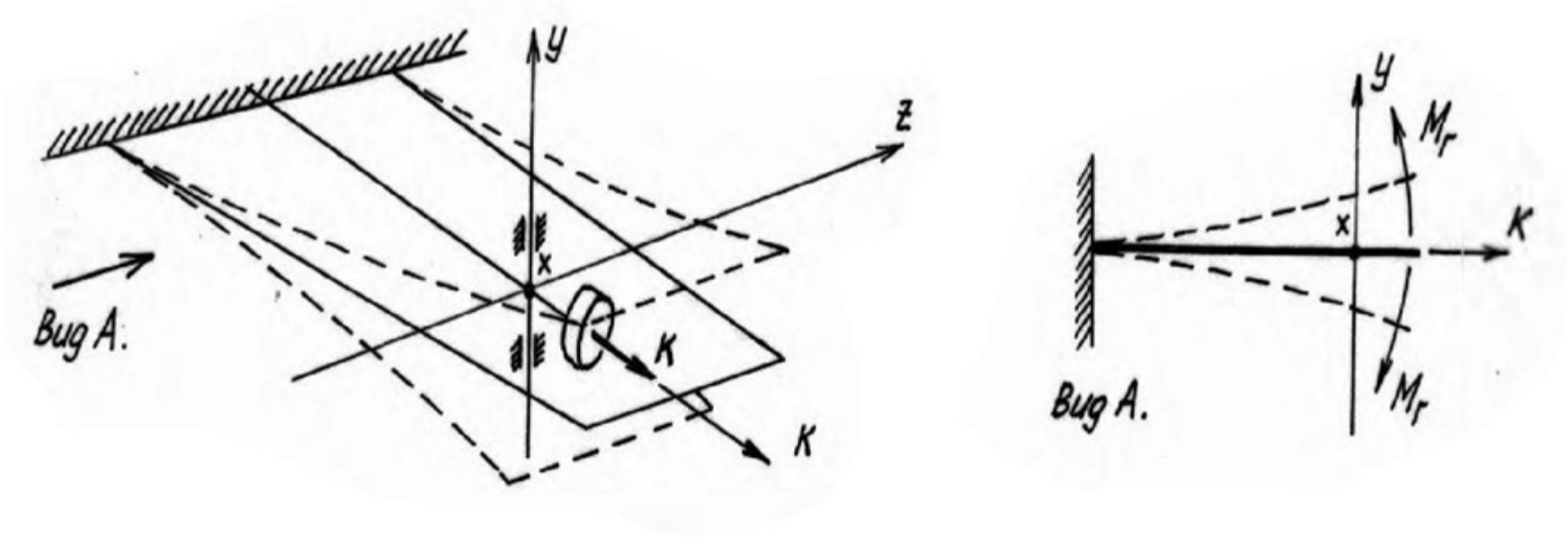

Рис. 6. Схема коливання консольно закріпленої конструкції по осі *Y* у площині *YXK*

У випадку, коли вісь гіроскопа (вісь ***K***) буде збігатися з віссю жорсткості конструкції, на якій установлений гіроскоп, то періодичні прецесії гіроскопа від періодичного впливу на нього сил ***P(t)***, будуть викликати чисто вигинні коливання конструкції у площині, перпендикулярній лінії закріплення (рис. 6) під дією гіроскопічного моменту ***Мг.*** Гіроскопічний момент ***Мг*** спрямований по вертикалі вверх або вниз (у площині ***YXK***) залежно від знака кутової швидкості ***ψ.*** Такий

вплив гіроскопа на конструкцію буде аналогічним дії зосереджених сил ***P(t)***, що прикладаються до конструкції в точці на осі жорсткості, з вигином її закінцівки на величину ***A*** (рис. 7).

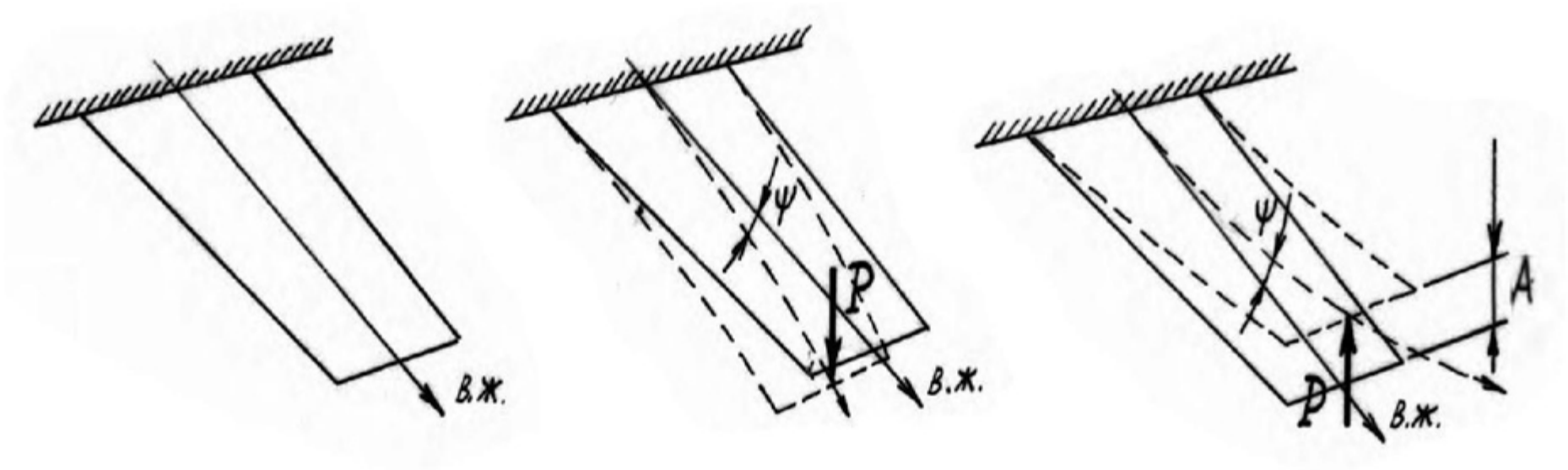

Рис. 7. Схема порушення вигинних коливань конструкції від зосередженої сили Р

Чим ближче гіроскоп буде розташований до вільного кінця конструкції, тим на більший кут і амплітуду ***A*** буде відхилятися вільний кінець конструкції під дією інерційних сил від гіроскопічного моменту ***Мг.***

2. Порушення крутильних коливань консольно закріплених конструкцій.

Розроблений спосіб порушення крутильних коливань консольно закріплених авіаційних конструкцій ґрунтується на способі порушення вигинних коливань, описаному в п. 1. Його відмінність полягає в тому, що застосовують не один гіроскоп, а два [2]. При цьому гіроскопи встановлюють в одній площині, що проходить через вісь жорсткості, і співпадаючої із площиною затискання конструкції, на однаковій відстані один від другого (відносно осі жорсткості), і на максимально можливій відстані між собою усередині конструкції. Схема розташування гіроскопів для реалізації способу порушення крутильних коливань консольно закріпленої конструкції (типу крила ЛА) представлена на рис. 8.

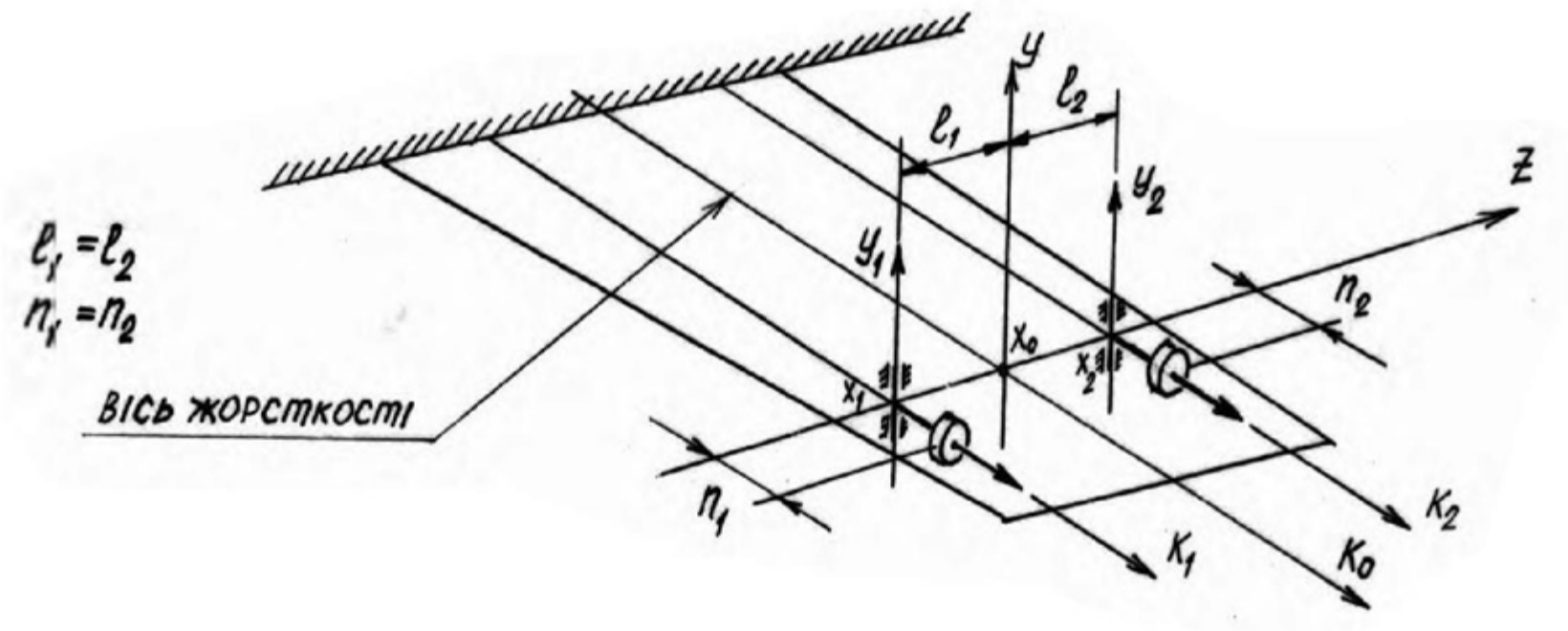

Рис. 8. Схема розташування гіроскопів у крилі літального апарата для реалізації способу порушення крутильних коливань

Для порушення крутильних коливань мають бути дотримані наступні умови [2]:

– вісі ***K0***, ***K1*** і ***K2*** повинні бути паралельні між собою й лежати в одній площині ***ZK0***;

– вісі ***Y***, ***Y1*** і ***Y2*** і повинні бути паралельні між собою, лежати в одній площині ***ZY*** й бути перпендикулярними як вісі ***Z,*** так і, відповідно, перпендикулярними до осей ***K0***, ***K1*** і ***K2***;

– точки підвісу X_1 і X_2 повинні лежати, відповідно, на осі ***K1*** та на осі ***K2*** і знаходитись на відстані ***l1*** і ***l2*** відносно точки X_0, що лежить на осі жорсткості конструкції (вісь ***K0***), а вісі обертання гіроскопів повинні збігатися, відповідними осями ***K1*** і ***K2***;

– центри мас гіроскопів повинні знаходитись на однаковій відстані (***l1=l2***) від осі жорсткості конструкції (вісь ***K0***), а винос ***n1*** і ***n2*** центрів мас гіроскопів відносно точки закріплення, відповідно, ***x1*** і ***x2***, повинен також бути однаковим для обох гіроскопів (***n1=n2***).

Як і в першому випадку (при порушенні вигинних коливань) передбачається впливати на кожний з гіроскопів силами ***P1(t)*** і ***P2(t)***, що лежать у площині ***YX*** (рис. 4–5), але у протилежному напрямку – із вигином осей ***K1*** і ***K2*** у протилежні (відповідно площині ***ZK0***) боки.

Таким чином, крутильні коливання конструкції можна збудити, впливаючи циклічно на неї парою сил, направлених у різні боки, на рівних плечах відносно осі жорсткості. Як і у випадку п. 1, чим ближче гіроскопи будуть розташовані до вільного кінця конструкції, тем на більший кут і

амплітуду ***A*** буде відбуватися закручування конструкції щодо осі жорсткості.

У цьому випадку (при додатку до гіроскопів, що обертаються в один і той самий бік, сил $+P_1(t)$ і $-P_2(t)$ або, відповідно, сил $-P_1(t)$ і $+P_2(t)$ в один з півперіодів коливань) гіроскопи будуть прецесувати із гіроскопічними моментами M_1 і M_2, спрямованими в різні боки. Таким чином, відхилення гіроскопів від положення стійкої рівноваги (відповідного до збігу вектора K_0 осей K_1 і K_2) буде відповідати положенню закручування конструкції відносно осі жорсткості в один бік, а у другий півперіод коливань, коли напрямок сил $P_1(t)$ і $P_2(t)$ зміниться на протилежний, відхилення гіроскопів від положення стійкої рівноваги буде відповідати закручуванню конструкції відносно осі жорсткості у другий бік.

Таким чином, розроблені способи порушення вигинних і крутильних коливань авіаційних конструкцій можуть бути реалізовані за допомогою обладнання, розробленого згідно п. 1 і п. 2 цієї роботи, на підставі закону прецесії осі гіроскопа під дією на обертовий з великою швидкістю гіроскоп зовнішніх сил, направлених в одній площині, але у різні боки у кожний з періодів коливань.

Список бібліографічних посилань

1. Комаров В. О., Расстригін О. О. Про використання методу контролю частоти власних коливань при виборі методу відновлення авіаційної техніки // Проблеми координації військово-технічної та оборонно промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки : тези доп. на VII наук.-практ. конф. Київ, 2019. С. 350–352.

2. Пат. 127849 Україна, МПК (2018.01) B 64 C 3/00, G 01 M 7/00, G 01 B 11/26. Пристрій для визначення просторово-частотних характеристик коливань консольно закріплених елементів літальних апаратів при їхніх випробуваннях на утомлену міцність / Комаров В. О. ; заявники і патентовласники Комаров В. О., Расстригін О. О. № u 2018 02126 ; заявл. 01.03.18 ; опубл. 27.08.18, Бюл. № 16. 4 с. : іл.

УДК 623.746:629.7.023]:001.895

ЗАСТОСУВАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАДІЙНОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ КОНСТРУКЦІЙ БОЙОВИХ ЛІТАКІВ

Коломійцев Олексій Володимирович,
доктор наук, професор,
Заслужений винахідник України,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків;
Комаров Володимир Михайлович,
кандидат наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація. *У роботі розглянуті проблеми визначення надійності бойових літальних апаратів при експлуатації в умовах надмірного навантаження їх консольно закріплених конструкцій. Показано, що підвищення якості проведення ресурсних випробувань та скорочення їх строку можливе за рахунок проведення, паралельно з реальними експериментами та розрахунковими дослідженнями, діагностики елементів конструкції ЛА на основі застосування сучасних математичних моделей, які більш точно відображають процеси функціонування досліджуваних реальних технічних систем.*

Ключові слова: *літальний апарат, технічна система, експлуатація, надійність, математична модель, розрахунки надійності, динамічні характеристики.*

Abstract. *The paper considers the problems of determining the reliability of combat aircraft during their operation under conditions of excessive loading of their cantilevered structures. It is shown that improving the quality of resource tests and reducing their duration is possible by conducting, in parallel with real experiments and computational studies, diagnostics of aircraft design elements based on the use of modern mathematical models that more accurately reflect the processes of functioning of the real technical systems under study.*

Keywords: *aircraft, technical system, operation, reliability, mathematical model, reliability calculations, dynamic characteristics.*

Проблема надійності бойових літальних апаратів (ЛА) є ключовою з моменту виникнення авіації. Особливо роль надійності зросла в останні роки через створення і установку на ЛА складних технічних систем, а також наявністю бойового застосування. Тому ретельне опрацювання питань щодо надійності на усіх етапах, починаючи від проєктування і виробництва ЛА та закінчуючи випробуваннями і експлуатацією (рис. 1), включаючи експлуатацію при веденні бойових дій, стала абсолютно необхідною.

Рис. 1. Експлуатація бойового ЛА – штурмовика Су-25

На усіх етапах важко переоцінити роль теорії надійності, яка забезпечує обґрунтоване прийняття рішень у процесі забезпечення і підвищення надійності. Основним завданням математичної теорії надійності є створення математичних моделей, які більш точно відображають процеси функціонування досліджуваних реальних технічних систем.

Під математичною моделлю тут розуміється система математичних рівнянь та логічних правил, користуючись якими можна отримати залежність обраного критерію надійності від усього різноманіття факторів, що впливають на надійність. Дослідження цих математичних моделей дозволяє зробити конкретні рекомендації щодо підвищення надійності ЛА.

Природно, що та чи інша математична модель відображає ступінь пізнання технічної системи. Більш глибоке дослідження системи дозволяє

будувати модель, яка більш відповідає реальній системі. Така модель виходить, як правило, більш складною. Але більш складна математична модель вимагає більш детальних вихідних даних, з одного боку, та й більш тонких методів математичного дослідження – з іншого. І хоча, здавалося б, таке уточнення математичної моделі є бажаним та, навіть, необхідним для більш точного вивчення досліджуваного об'єкта, виникає далеко не просте запитання про доцільність точності математичної моделі досліджуваної системи. Справа у тому, що завданням складання математичної моделі надійності є можливість визначення тих чи інших кількісних характеристик, які відображають якісну сторону функціонування реальної системи. Щоб отримати кількісні результати, користуються вихідними даними, які отримуються експериментальним шляхом та, які не є, в силу різних причин, досить достовірними. Крім того, якщо математична модель надійності складна, то доводиться вдаватися до різних обчислювальних методів, що призводить до неминучих похибок (наприклад, чисельні методи наближеного обчислення). Ці два фактори – недостовірність (або неточність) вихідних даних у похибках обчислювальних методів – можуть звести нанівець усі ті переваги, яких намагаються домогтися, створюючи дуже точну математичну модель. Іншими словами, сама ж по собі «чиста» модель надійності не є самоціллю: тому точність її повинна визначатися конкретними умовами (точністю вихідної інформації, потрібною точністю рішення та інше). Очевидно, що при допуску неточностей у математичній моделі надійності та ще й приймаючи до уваги малу достовірність вихідних статистичних даних і, як наслідок, похибки в остаточних результатах, можуть виникнути сумніви в корисності розрахунків надійності. Тому дуже важливо зрозуміти, коли і для чого потрібні розрахунки надійності [1].

По-перше, розрахунки надійності функціонування таких складних технічних систем, якими є ЛА у цілому та його складові елементи, наприклад, крило (рис. 2), приносять велику користь на різних етапах проєктування ЛА. Особливо, коли виникає питання про порівняння різних можливих варіантів і вибор найкращого з них, а на більш пізніх етапах дозволяють перевірити правильність прийнятих рішень, знайти слабкі місця і виробити певні рекомендації щодо підвищення надійності.

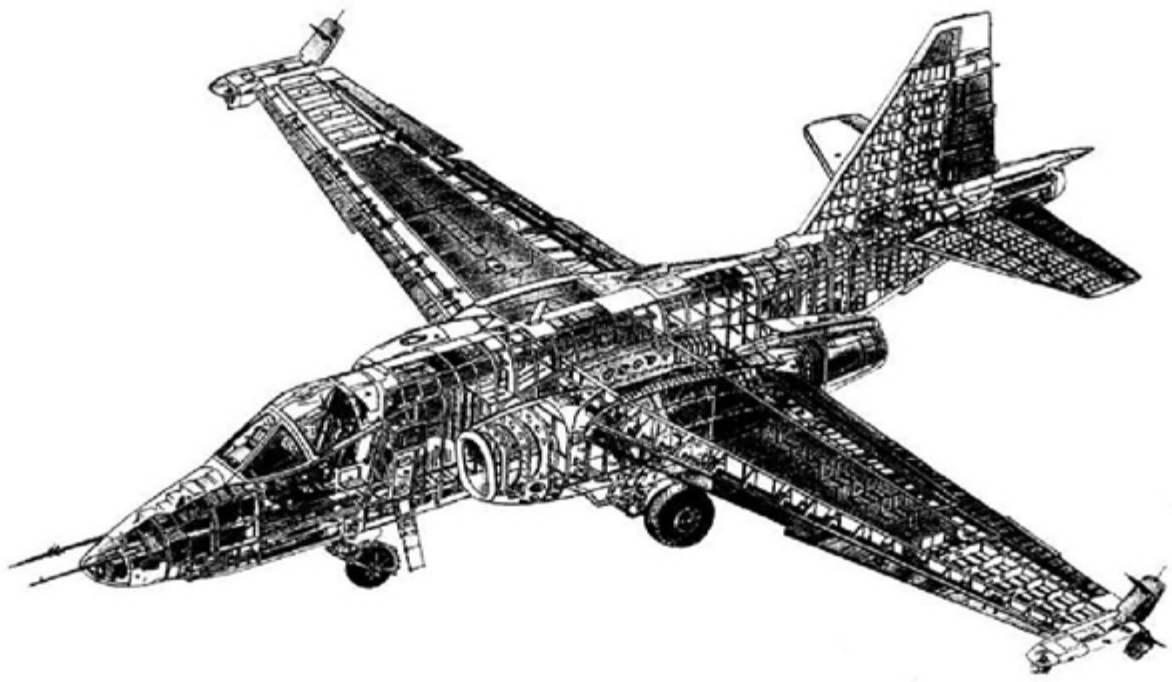

Рис. 2. Конструктивно-компонувальна схема штурмовика Су-25

По-друге, розрахункові методи часто виявляються незамінними, а часом і єдино можливими як на етапі випробування ЛА, так і при необхідності діагностування його технічного стану. У цьому випадку одним з основних методів отримання оцінки показників надійності, є розрахунковий або розрахунково-експериментальний метод.

І, нарешті, по-третє, розрахункові методи (з проведення профілактичного обслуговування по організації контролю справності ЛА) можуть забезпечити найбільш оптимальний режим експлуатації ЛА [2].

Слід особливо підкреслити, що з ускладненням ЛА, використання математичних розрахункових методів буде більш ефективним на усіх етапах її розробки і експлуатації, щоб забезпечити надійність ЛА (включаючи бойові дії). Для забезпечення безпеки експлуатації конструкцій ЛА, що володіють властивостями експлуатаційної живучості, розглядається необхідність розвитку нормативних вимог, які спрямовані на підвищення опору утомі й живучості літакових конструкцій шляхом використання принципів безпечного ресурсу, безпечного руйнування й допустимості руйнувань (при яких ЛА може виконувати бойове завдання зі зміненими (зменшеними) на величину зниження залишкової міцності від еталонної тактико-технічними характеристиками).

Забезпечення міцності конструкцій ЛА у процесі його проєктування й випробувань є важливим і складним завданням. У сучасному розумінні міцність ЛА – це здатність його конструкції зберігати цілісність в усіх очікуваних умовах експлуатації протягом призначеного терміну служби. Проєктування раціональної за умовами міцності конструкції ЛА є

комплексним завданням, яке повинне забезпечити одночасне задоволення вимогам статичності, міцності, витривалості та живучості конструкції, а також умовам безпеки від флатера, дивергенції і реверса органів керування. Основним для бойових ЛА є можливість експлуатації при наявності бойових ушкоджень.

Розробка нових технологій стендових випробувань ЛА (обладнання для даних цілей) передбачає зменшення строків та вартості їх проведення, удосконалювання технології моделювання й відтворення умов експлуатації у лабораторних умовах, використання сучасних розрахункових методів для «доведення» конструкції. Процес проведення сучасних ресурсних випробувань натурних авіаційних конструкцій досить трудомісткий та дорогий. При невдалому плануванні порядку випробувань та контролю за конструкцією великою є ймовірність одержання катастрофічних руйнувань конструкції, які можуть звести до мінімуму (нулеві) результати випробувань.

Крім того, необхідно експериментально визначати швидкості розвитку ушкоджень ЛА у процесі навантаження конструкції від початку їх зародження до величин, близьких до критичних [3]. Тому, однією із цілей ресурсних випробувань конструкцій ЛА є виявлення, за допомогою неруйнівних методів діагностичного контролю, втомленісних ушкоджень (типу тріщин) як можна менших розмірів (до 10 мм довжиною і 1 мм шириною) на ранніх стадіях їх розвитку при якомога менших витратах коштів і часу (до 2–3 годин) [4; 5].

На рисунку 3 показана схема розміщення складових частин діагностичного комплексу, призначеного для контролю наявності втомленісних ушкоджень силових елементів крила штурмовика Су-25, до складу якого входить: 1 – обладнання для збудження вигинних та крутних коливань крила з власною частотою; 2 – обладнання для виявлення втомленісних ушкоджень та для проведення вимірювань діагностичних параметрів коливань (частоти власних коливань).

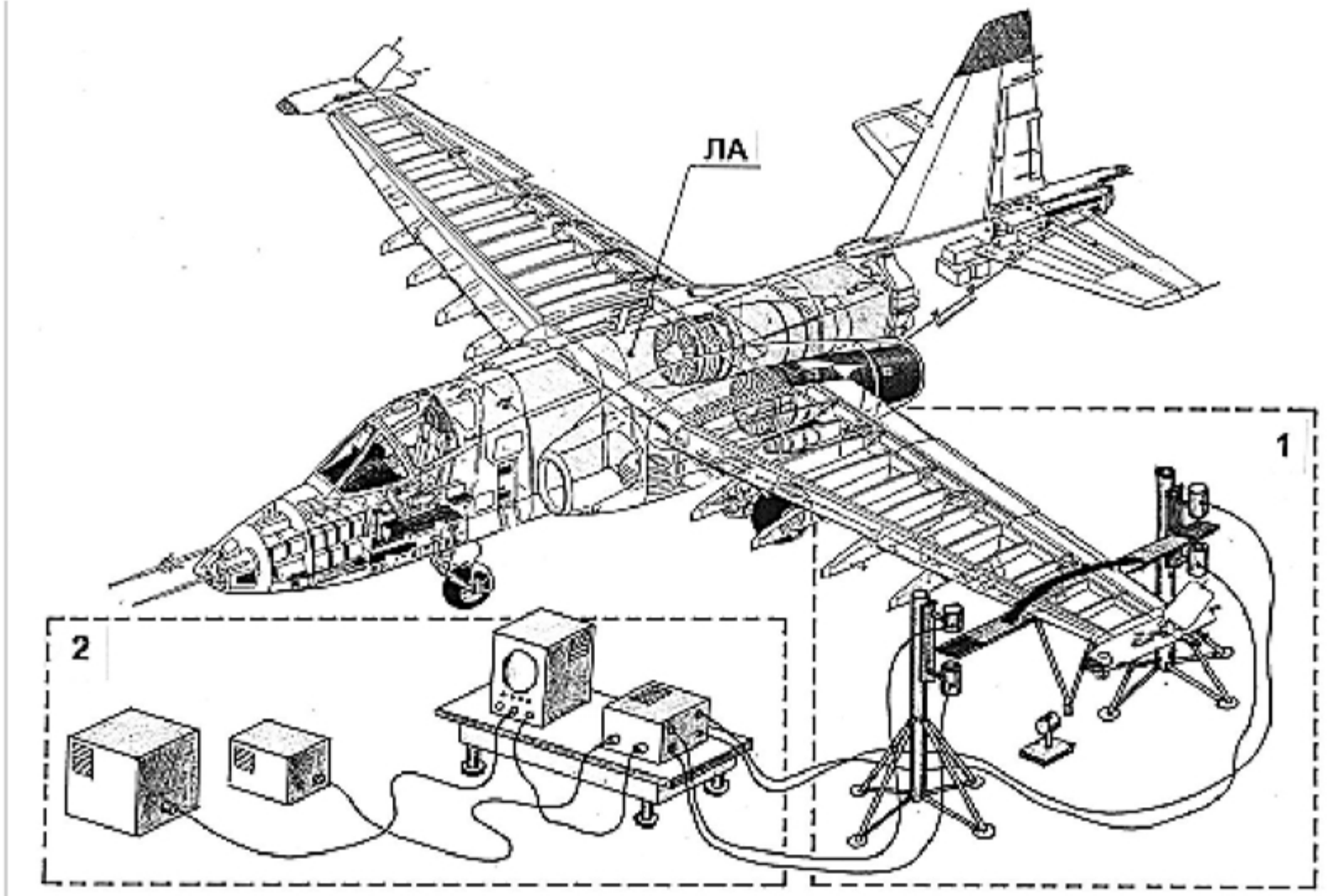

Рис. 3. Діагностичний комплекс для контролю наявності втомленісних ушкоджень силових елементів крила штурмовика Су-25

У свою чергу, збільшення строків проведення випробувань визначає час затримки введення в експлуатацію ЛА та своєчасне виконання ремонтів і доробок конструкцій у бойових умовах, що істотно збільшує експлуатаційні і виробничі витрати. Рішення таких завдань передбачає визначення фактичного стану пошкодженої конструкції ЛА і, як наслідок, запасу міцності. Основним критерієм при цьому має бути використання мінімальної кількості діагностичної інформації (параметрів) [5; 6].

У якості діагностичних ознак доцільно використовувати динамічні характеристики конструкції ЛА, які володіють найбільшою інформативністю. Використовуючи динамічні характеристики конструкції ЛА, визначення яких відрізняється досить високою оперативністю та незначною трудомісткістю, можна буде забезпечити отримання достовірної інформації про несучу здатність конструкції ЛА. Найбільш ефективним у цьому випадку є метод контролю частоти власних коливань (ЧВК).

Суть методу контролю ЧВК полягає у тому, що поведінка конструкції ЛА при вільних коливаннях характеризує її «динамічну індивідуальність». Вона полягає у притаманному їй розподілі

характеристик ваги та жорсткості. Втомні й інші пошкодження ЛА знижують жорсткість динамічної системи, що призводить до зміни параметрів власних коливань.

Динамічні характеристики найкращим чином відображають загальний стан як зразків у вигляді пластин, так і тонкостінних складних конструкцій ЛА. Їх використання для неруйнівного контролю ще не знайшло широкого застосування, хоча наукових публікацій за цим напрямком чимало.

Практична цінність методу контролю зміни ЧВК, що дозволяє швидко і достатньо легко отримати достовірну діагностичну інформацію, відкриває перспективи для впровадження цього методу в експлуатацію ЛА (авіаційної техніки) за технічним станом. Порівняльні характеристики трудовитрат існуючих методів неруйнівного контролю (МНК) та перспективного МНК (методу контролю ЧВК) наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Порівняльні характеристики трудовитрат існуючих МНК і перспективного МНК (методу контролю ЧВК)

Об'єкт контролю	**Мета контролю**	**Трудовитрати, людино/год**		
		Візуаль-ний	Рентгено-графія	Метод ЧВК
Стерно висоти	Стан обшивки і силового набору	60	14	-
Закрилки		55	15	-
Елерон		20	7	-
Крило	Наявність ушкоджень силових елементів	90	12	до 2
Кіль		70	20	до 3
Стабілізатор		60	22	1–2

Важливим аспектом діагностування залишкової міцності конструкції є вибір найбільш інформативної ознаки, за якою оцінюється технічний стан об'єкту діагностування. Відомо, що основними вібраційними параметрами пружного тіла є його модальні параметри, а саме: власні частоти коливань, коефіцієнти демпфірування та власні форми коливань.

Власні частоти та коефіцієнти демпфірування широко використовуються у якості діагностичних ознак технічного стану

конструкцій ЛА. Однак власні частоти коливань та коефіцієнти демпфірування є інтегральними характеристиками конструкції ЛА, що з розвитком дефекту змінюються дуже повільно. Власні форми коливань конструкції ЛА – це єдиний з модальних параметрів, який є його локальною характеристикою та залежить від місця, у якому визначається. З власними формами коливань пов'язані еквівалентні маси (вага). Тому визначення власної форми коливань конструкції ЛА дозволяє обчислити його еквівалентні маси (вагу), і навпаки, знаючи еквівалентні маси (вагу), обчислити власні форми коливань.

Сутність методу діагностування залишкової міцності конструкції полягає у збудженні коливань еталонної (без бойових пошкоджень) та досліджуваної конструкцій (з бойовими пошкодженнями) та визначенні декількох перших еквівалентних мас (ваги) цих конструкцій. Однак, використання величини цієї різниці еквівалентних мас (ваги) конструкції у якості діагностичної ознаки для вібродіагностування обмежується необхідністю вимірювання поряд з параметрами спостереження будь-якого параметра вимушених коливань [6].

Крім того, у процесі підготовки й проведення випробувань виникає ряд технічних і методичних питань, які вимагають попередньої оцінки завантаженості конструкцій у процесі випробувань для оцінки залишкової міцності при наявності ушкоджень силових конструкцій.

Висновки. Застосування систем технічного обслуговування, що включають комплекс діагностичних і планово-профілактичних заходів, дозволяє знизити до мінімуму ймовірність невиявлення втомленісних руйнувань у процесі експлуатації літака (ЛА) та його експлуатацію при наявності ушкоджень (включаючи бойові).

Практичне значення проблеми ресурсу досить велике й з економічної точки зору тому, що збільшення ресурсу літака (ЛА) приводить до істотної економії матеріалів, енергетичних і трудових витрат. Відзначені проблеми забезпечення ресурсу ЛА, у т. ч. бойових і транспортних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України, визначають актуальність теми розробки методів діагностичного неруйнівного контролю (ДНК) з одержанням даних про можливість експлуатації ЛА із залишковою міцністю його високонавантажених конструктивних елементів, насамперед таких, як крило. Підтвердження ресурсу ЛА (літака) здійснюється за допомогою втомленісних випробувань натурної конструкції і проведенням великого обсягу чисельних досліджень та діагностичного контролю.

Підвищити якість проведення ресурсних випробувань та скоротити їх строк (термін, час) можливо за рахунок проведення, паралельно з реальними експериментами та розрахунковими дослідженнями, діагностики елементів конструкції ЛА на основі застосування сучасних методів ДНК та математичних моделей, які більш точно відображають процеси функціонування досліджуваних реальних технічних систем.

Список бібліографічних посилань

1. Нечипоренко О. М. Основи надійності літальних апаратів : навч. посіб. Київ, 2010. 240 с.

2. Міляєв Ю. П., Нечипоренко О. М. Основи надійності технічних систем : навч. посіб. Київ, 2008. 246 с.

3. Коломійцев О. В., Комаров В. О. Аналіз бойових пошкоджень конструктивних елементів планера штурмовика СУ-25 // Science and technology: problems, prospects and innovations. Proceedings of the 1st International scientific and practical conference. Osaka, Japan, 2022. P. 21–27.

4. Коломійцев О. В., Комаров В. О., Обрядін В. В. Основні напрями розвитку систем діагностики і прогностики технічного стану літальних апаратів // European scientific congress. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. Madrid, Spain, 2023. P. 158–167.

5. Застосування інформаційних технологій для виявлення експлуатаційних пошкоджень у силових елементах високонавантажених конструкцій планера літального апарату / О. В. Коломійцев, В. О. Комаров, О. М. Дмітрієв та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2022. № 2 (47). С. 20–30.

6. Коломійцев О. В., Комаров В. О. Діагностика крила літального апарату із використанням модального аналізу // Eurasian scientific discussions. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference. Barcelona, Spain, 2022. P. 21–27.

УДК 623.746-519:[681.518:656.2]]

ЗАСТОСУВАННЯ БпЛА ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ТА МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В РАЙОНАХ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Сендецький Микола Миколайович,
кандидат наук,
старший науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України
Україна, м. Київ;
Сащук Святослав Іванович,
начальник лабораторії,
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних Сил України;
Комаров Володимир Михайлович,
кандидат наук, старший дослідник,
провідний науковий співробітник,
Заслужений винахідник України,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація. *Доповідь присвячено розвитку систем моніторингу об'єктів залізничної інфраструктури. Встановлено особливості функціонування сучасних систем періодичного та безперервного моніторингу. Показано, що дотримання сучасної концепції порогової діагностики призводить до низької ефективності функціонування систем моніторингу та визначального впливу на результати діагностування та прогнозування «людського фактора». Розвиток безперервного моніторингу має йти шляхом інтелектуалізації обробки діагностичної інформації та інтеграції систем безперервного моніторингу об'єктів інфраструктури, що діагностуються за допомогою БпЛА. Врахування зазначених особливостей дозволяє на етапі розробки та конструювання системи моніторингу підвищити її ефективність порівняно з реалізованими системами моніторингу на залізницях.*

Ключові слова: *технічна діагностика, періодичний моніторинг, безперервний моніторинг, машинний аналіз, інтелектуальна обробка даних.*

Abstract. *The article is devoted to the development of monitoring systems for railway infrastructure facilities. The features of the functioning of modern systems of periodic and continuous monitoring are established. It is shown that adherence to the modern concept of threshold diagnostics leads to low efficiency of the functioning of monitoring systems and the decisive influence on the results of diagnostics and forecasting of the «human factor». The development of continuous monitoring should proceed through the intellectualization of diagnostic information processing and the integration of continuous monitoring systems for infrastructure facilities diagnosed using UAVs. Taking into account these features allows, at the stage of development and construction of the monitoring system, to increase its efficiency compared to the implemented monitoring systems on railways.*

Keywords: *technical diagnostics, periodic monitoring, continuous monitoring, machine analysis, intelligent data processing.*

Сучасна експлуатація залізниць потребує підвищеної безпеки, збільшення швидкостей руху потягів та пропускної спроможності магістральної мережі. Від якості діагностики та постійного моніторингу технічного стану об'єктів залізничної інфраструктури (ОЗІ) залежить точність прогнозування передвідмовного стану залізничної колії, а також достовірна оцінка ефективності виконуваних ремонтних робіт.

Широко розповсюджений на сьогоднішній день підхід з обслуговування та ремонту контактної мережі залізничних колій полягає у виявленні стану елементів контактної мережі шляхом періодичних оглядів та безпосередніх вимірювань. Вимірювання, що виконуються вручну, та періодичні огляди контактної мережі є економічно неефективними та дають недостатньо точні результати. Так, в основному, способи діагностики та віддаленого моніторингу контактної мережі залізниці включають збір інформації про стан елементів контактної мережі, передачу зібраної інформації і подальшу оцінку технічного стану елементів контактної мережі. Збір та передачу інформації про стан елементів контактної мережі здійснюють за допомогою блоків збору та передачі інформації системи діагностики та віддаленого моніторингу (СДВМ), які стаціонарно розміщують уздовж контактної мережі по всій її довжині, при цьому за допомогою розташованих у блоках збору та передачі інформації датчиків безперервно реєструють акустичні і вібраційні характеристики, характеристики зміни магнітного поля, температуру елементів контактної мережі. Виміряні значення передають по каналу радіозв'язку в проміжні концентратори інформації, що розміщуються на вузлових станціях по всій довжині контактної мережі, які забезпечують збір та аналіз інформації від датчиків блоків з подальшою

передачею даних в єдиний концентратор інформації про стан елементів контактної мережі залізниці [1].

Система СДВМ контактної мережі залізниці в основному конструктивно містить датчики параметрів технічного стану елементів контактної мережі, стаціонарні блоки збору та передачі інформації, які встановлюються по всій довжині контактної мережі на несучому тросі та контактному проводі. Це надзвичайно подорожчає систему та потребує великих витрат за підтримкою її у робочому стані. Постійно зростаючі вимоги до точності та своєчасності вимірювання параметрів залізничної колії та технічного стану інших елементів ОЗІ ведуть до необхідності впровадження та використання нових технологій та технічних засобів діагностування. Результати діагностичних вимірювань повинні відповідати як вимогам класичного трасування колії, так і моделювання відповідно до підходу BIM (Building Information Modeling). Оскільки досягти цього на основі класичних методів діагностування можна тільки з великими витратами, а діагностичні системи, що встановлені на рухомому складі, не можуть дати вичерпної інформації ні з точки зору точності, ні відповідно до існуючої документації, що регламентує, оператори все частіше використовують керовані вручну мобільні діагностичні пристрої. Тут значну роль відіграє поєднання вимірювальної та діагностичної техніки з іншими за типом пристроями її автономного переміщення уздовж залізничної колії.

Технічне обслуговування залізничної колії та інших елементів ОЗІ завжди відрізнялося складністю як через відповідальність з точки зору забезпечення безпеки руху поїздів, так і через високу трудомісткість робочих процесів і безперервне планування робіт. Для забезпечення безпеки руху потягів здійснюється діагностика (оцінка) та моніторинг стану усіх елементів залізничної колії – контактний провід, несучий трос, громовідвід, ізолятори, з'єднувальні струни, залізнична рейка, шпали, з'єднувальні накладки, різьбові з'єднання, опори.

Метою моніторингу залізничних колій є створення системи комплексного контролю, прогнозування та управління станом природно-техногенного середовища залізничних колій [2].

Особливо це є важливим в сучасних умовах, коли продовжується широкомасштабна агресія російської федерації на території суверенної України – ведуться бойові дії з пошкодженням та руйнуванням елементів ОЗІ. Одним з основних параметрів, що впливають на безпеку та безперебійність руху потягів, що здійснюють логістику для Збройних Сил

України в зоні бойових дій, є стан геометрії рейкової колії, стан верхньої будови колії та контактного проводу. Відступи та несправності геометрії рейкової колії (рис. 1–2) призводять як до обмеження швидкостей, так і до повного закриття шляху руху потягів.

Верхня будова колії – частина залізничної колії, призначена для прийняття навантажень від коліс рухомого складу і передачі їх на нижню будову колії, а також для спрямування руху коліс по рейковій колії. Відхилення стану верхньої будови колії від норм – це відхилення від норм, які стосуються рейко-шпальної решітки, включаючи рейки, шпали, скріплення, підкладки та баласт, що використовуються на залізниці. Такі відхилення (рис. 3) можуть призвести до погіршення безпеки руху, збільшення зносу рухомого складу та необхідності проведення ремонтних робіт.

Рис. 1–2. Руйнування рейкової колії

Рис. 3. Зміна стану верхньої будови рейкової колії

Також до повного закриття шляху руху потягів призводить руйнування контактного проводу. Несвоєчасне усунення цих несправностей найчастіше може призводити до непередбачуваних наслідків. Тому перед працівниками структурних підрозділів залізничної галузі стоїть важливе завдання щодо своєчасного усунення несправностей елементів рейкової колії, опор, контактного проводу, несучого тросу тощо, а також виконання планово-попереджувальних робіт, що багато в чому залежить як від якості планування та обсягів робіт, так і від тимчасових характеристик діагностування елементів ОЗІ.

Основним джерелом отримання інформації за обсягом робіт є результат оцінки стану геометрії рейкової колії та верхньої структури ОЗІ – контактного проводу, несучого тросу, громовідводів, ізоляторів, з'єднувальних струн тощо.

Проблема оцінки стану пристроїв верхньої будови колії (ВБК) та контактної мережі (КМ) є однією з найактуальніших. Для підтримки на нормативному технічному рівні об'єктів колійного та енергетичного господарств періодично здійснюються контрольні огляди та об'їзди з використанням різних методів контролю, переважно візуального. На підставі отриманої інформації проводять оцінку стану технічних засобів, обсяги та терміни проведення поточних та капітальних ремонтів. Діагностування, що проводиться таким чином, не дозволяє об'єктивно судити про характер зміни параметрів об'єктів, динамічно пов'язаних між собою. В результаті знижується якість ремонтних робіт, дільнична швидкість та надійність технічних засобів, збільшуються експлуатаційні витрати. Впровадження комплексного діагностування об'єктів залізничного транспорту за фактичним станом стримується через нестачу багатофункціональної контрольно-вимірювальної апаратури з безконтактними вимірювальними перетворювачами, які тривалий час зберігають високі показники надійності та завадостійкості в реальних умовах експлуатації.

Крім сучасної лазерної системи вимірювання геометричних параметрів рейкової колії з розширеними параметрами, ведеться контроль стану рейкового господарства та відеоконтроль стану елементів верхньої будови колії на швидкостях до не більше 60–80 км/год (в залежності від конструкції засобу автономного переміщення – діагностичного потягу), а також встановлена система просторового сканування та система георадіолокації. Тобто, вимірювані параметри дають можливість якісно діагностувати фактичний стан колії та земляного полотна.

Таким чином, моніторинг стану залізничних колій, у т. ч. з використанням сучасних діагностичних поїздів (рис. 4), дає змогу отримувати вичерпну інформацію про стан окремих елементів інфраструктури. Результати вимірів дозволяють оцінити стан шляхів, заздалегідь спланувати необхідні роботи для підтримки необхідного рівня безпеки та розкладу руху поїздів. Перевірці за безконтактною технологією підлягає геометрія колії, рейки та контактна мережа. Для діагностики використовуються оптичні системи – лазери та камери, завдяки чому діагностичний комплекс не заважає роботі колійних пристроїв та не заважає руху потягів.

Отже, контроль стану рейкового господарства та візуальний контроль стану контактного проводу діагностичним обладнанням, що розміщено на засобах автономного переміщення по рейках залізничної колії, в основному проводиться на швидкостях до 60 км/год. Але в районах бойових дій існує необхідність збільшення швидкості перевірки, щоб зменшити час перебування великогабаритних діагностичних комплексів на виду у противника [3].

Рис. 4. Конструктивне виконання наземного пункту діагностування на базі рухомого складу (з місцями роботи операторів)

Тому існує необхідність збільшити швидкість перевірки, що можливе лише з використанням безпілотних літальних апаратів (БпЛА), оснащених відповідною системою візуального контролю на швидкостях понад 120 км на годину. А це можливо зробити лише з використанням (БпЛА) (рис. 5), оснащеного відповідною системою візуального контролю, які, у порівнянні з залізничними пристроями діагностування, мають набагато менші розміри і набагато більшу швидкість руху.

Для проведення візуального діагностичного контролю найбільш важливих елементів залізничної інфраструктури – рейок залізничної колії та контактного проводу, пропонується встановити на борту БпЛА декілька відеокамер (не менше двох).

Рис. 5. БпЛА, оснащений системою візуального контролю

Так, пропонується розмістити на БпЛА типу квадрокоптер дві відеокамери (не менше двох відеокамер), де перша з відеокамер (що встановлена зверху корпусу) буде направлена своєю оптичною віссю вверх відносно площини обертання пропелерів, а друга (нижня) відеокамера – вниз відносно зазначеної площини (рис. 5).

Вибір квадрокоптеру пояснюється тим, що, на відміну від БпЛА літакового типу, може дуже швидко змінювати напрям польоту в той чи інший бік, що дуже важливе при польоті між стовпами, на яких розміщений контактний провід.

Підготовлений таким чином БпЛА за командою оператора здійснює зліт і політ за запрограмованим маршрутом в район проведення діагностування, що розташований поблизу лінії бойового зіткнення військ (БД). Там здійснюється маневр БпЛА і коригування його польоту в зону діагностування об’єктів залізничної інфраструктури. В зоні діагностування за командою оператора вводяться в дію відеокамери – або верхня відеокамера, якщо оператор вирішив спочатку діагностувати контактний провід, або нижня відеокамера, якщо оператор прийняв рішення діагностувати рейки. У першому випадку політ БпЛА здійснюється на

деякій відстані під контактним проводом (рис. 6), а у другому – на висоті не менше 0,5 м над залізничною рейкою (рис. 7).

Рис. 6. Схеми прольоту БпЛА під контактним проводом

У варіанті контролю, коли оператор прийняв рішення контролювати за допомогою БпЛА рейку, він (оператор) спрямовує політ квадрокоптера (БпЛА) уздовж залізничних рейок і за допомогою маневру встановлює політ БпЛА так, щоб напрям польоту збігався (співпадав) з напрямом рейки, а оптична вісь відеокамери була направлена вертикально на рейку (рис. 7).

Рис. 7. Політ БпЛА над рейками залізничної колії

У процесі діагностування, коли оператором буде виявлене пошкодження (або контактного проводу, або рейки), координати місця пошкодження фіксуються і передаються ремонтній бригаді.

Висновки. Таким чином, використання БпЛА для моніторингу стану елементів ОЗІ надасть можливість оперативно та потайно й за мінімальний час проводити обстеження різних елементів ОЗІ в зоні БД на предмет визначення їх дефектів. Зазначений метод діагностування елементів ОЗІ заснований на застосуванні сучасних інформаційних технологій та математичних методів обробки сигналів, аналізу зображень, розпізнавання образів.

Технічний результат застосування БпЛА для контролю елементів ОЗІ полягає в отриманні об’єктивної оцінки про стан контактної мережі в режимі реального часу та можливості вжиття своєчасних превентивних ремонтних заходів щодо заміни дефектних ділянок контактної мережі. Основною перевагою застосування БпЛА для розв’зання поставлених діагностичних задач є суттєво менша вартість їх створення та експлуатації (за умови рівної ефективності виконання поставлених завдань відомими діагностичними потягами).

Все викладене свідчить про назрілу необхідність створення у системі Державної спеціальної служби транспорту універсального структурного підрозділу, оснащеного БпЛА із розміщеною на них діагностичною апаратурою, основні функції якого пов'язані із забезпеченням справної роботи об’єктів залізничної інфраструктури в особливих експлуатаційних умовах, насамперед, в умовах ведення бойових дій в районі бойового зіткнення з військами противника.

Список бібліографічних посилань

1. Диагностирование и прогнозирование технического состояния железнодорожных путей. URL: https://www.rw.by/uploads/userfiles/files/docs/kontrol_sostojanija_puti.pdf.

2. Шилов М. Н., Алексеев Д. В., Третьяков А. А. Средства и технологии автоматизированной системы видеоконтроля объектов инфраструктуры // Путь и путевое хозяйство. 2021. № 9. С. 11–12.

3. Диагностика и мониторинг объектов инфраструктуры. URL: http://eav.ru/publ1.php?publid=2015-07a04.

УДК 004.8:[623.746-519+623]]

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В БпЛА ТА ІНШИХ НАПРЯМКАХ ВІЙСЬКОВОГО МИСТЕЦТВА

Рубльов Володимир Іванович,
кандидат наук, доцент,
Харківський національний університет
імені Івана Кожедуба;
Демченко Ярослав Вікторович,
здобувач першого рівня вищої освіти,
Харківський національний університет
імені Івана Кожедуба
Україна, м. Харків

Анотація. *У повідомленні аналізуються сучасні тенденції застосування штучного інтелекту (ШІ) у БпЛА та їх вплив на безпеку, оборонні можливості й баланс сил у світі. Розглянуто визначення ШІ, державні ініціативи щодо його розвитку в Україні, а також основні напрями військового використання – від розвідки, кібероперацій і радіоелектронної боротьби до автономних ударних і забезпечувальних платформ, систем ППО / ПРО, інтелектуальних боєприпасів та логістики. Наведено приклади сучасних розробок і застосувань (групова робота безпілотників, тренажери з елементами ШІ, проєкти DARPA, зразки озброєнь і практичний досвід України у 2024–2025 рр.). Обговорено переваги ШІ (швидкість обробки даних, автономність, підвищення ефективності рішень) і пов'язані ризики – кіберуразливості, інформаційні операції та етичні / стратегічні наслідки, зокрема можливу поступову заміну людини в керуванні озброєнням. Викладене підкреслює важливість подальшого вивчення та регулювання впровадження ШІ задля збереження національного військового потенціалу і стабільності.*

Ключові слова: *штучний інтелект, військова сфера, БпЛА, розвідка, управління, використання, автономність.*

Як суперсучасна технологія штучний інтелект (ШІ) претендує на ключову роль у покращенні добробуту та умов життя людського суспільства, так само, як і у сталому розвитку світової економіки, підвищенні продуктивності та ефективному вирішенні загальнолюдських проблем. Все частіше обговорюються питання і про вплив ШІ як нового детермінанта балансу сил на умовах досягнення та підтримки миру в окремих регіонах і в усьому світі. Зрозуміло, є й протилежна думка, що технології ШІ ще недостатньо розвинені, щоб змогли змінити баланс сил

чи характер на війні. Однак стрімкий розвиток та розповсюдження технологій ШІ практично у всіх сферах, а також незворотне зниження цін на світовому ринку технологій, оснащених штучним інтелектом, дозволяють припустити, що зазначені зміни можуть відбутися вже найближчим часом. Тому вивчення сучасних тенденцій застосування ШІ на БпЛА, а також обговорення питань про можливості, особливості та проблеми його перспективного застосування мають велике значення з погляду конкретизації основних орієнтирів збереження та розвитку військового потенціалу держави в сучасних умовах.

На думку Ю. О. Сидорчука, штучний інтелект – це визначення, за допомогою якого описують інтелектуальні можливості комп'ютерів під час прийняття ними рішень [3, с. 17]. Г. Андрощук пояснює поняття штучного інтелекту як *«...штучно створену людиною систему, здатну обробляти інформацію, яка до неї надходить, пов'язувати її зі знаннями, якими вона вже володіє, і відповідно формувати своє уявлення про об'єкти пізнання»* [2, с. 85].

2 грудня 2020 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України було схвалено «Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні», положеннями якої визначаються цілі, принципи та завдання розвитку технологій штучного інтелекту в Україні як одного з пріоритетних напрямів у сфері науково-технологічних досліджень [1].

Західні теоретики по-різному класифікують основні напрямки застосування ШІ у військовій сфері. Наприклад, Дослідницька служба Конгресу США представляє ці напрями з різних військових сфер: розвідка, логістика, кібербезпека, інформаційне протиборство (створення фейкових двійників), командування та контроль, дистанційно пілотовані та напівавтономні системи, автономні системи зброї летальної дії.

Основою для застосування штучного інтелекту в системі військового управління є ті переваги та нові функціональні можливості озброєнь, які виявилися доступними завдяки ШІ – швидкість та точність, автономність, стійкість та живучість, скоординованість, підвищення ефективності прийняття рішень [6].

Системи управління зброєю, які мають ШІ, широко застосовуються в комплексах протиракетної (ПРО) та протиповітряної оборони (ППО). Мета застосування ШІ полягає у прискоренні обробки даних, що надходять від засобів контролю повітряно-космічної обстановки та попередження про ракетний напад, а також в автоматичному управлінні засобами оборони. Типовим прикладом такої ситуації є відбиття масованого удару апаратів

різних типів, що летять на різних висотах, швидкостях та з різних напрямків. Вже сьогодні в низці країн, у т. ч. в Україні, загоризонтні станції радіолокації залучають ШІ для швидкого розпізнавання військових об'єктів серед сотень отримуваних позначок різних повітряних цілей. Крім того, відомо про застосування ШІ в станціях радіолокації виявлення і класифікації малорозмірних цілей, таких, наприклад, як безпілотні літальні апарати (БпЛА) [6].

Очевидно, що системи з ШІ можуть застосовуватися не тільки в комплексах управління військами та зброєю, а й безпосередньо в роботизованих засобах, що використовуються як на полі бою, так і на відстані від нього. Провідні розробки мають на увазі створення автономних бойових чи забезпечувальних засобів, здатних діяти самостійно та продовжувати виконання завдання (або повертатися на задану позицію) у разі втрати зв'язку з центром управління. Традиційними прикладами такої техніки є БпЛА, автономні наземні машини, надводні та підводні апарати різного призначення.

Відомі досліди одиночного та групового застосування у ВПС США безпілотних винищувачів F-16, F-22 та F-35. Існують проєкти автоматичної групової взаємодії різних об'єктів, наприклад ударно-розвідувальних БпЛА з літаками далекого радіолокаційного виявлення та базової патрульної авіації. Як приклад сучасного ударного БпЛА слід навести XQ-58 «Валькірія», розроблений компанією «Кратос Дефенс енд Сек'юріті Солюшенс» (Kratos Defense & Security Solutions). Відомо про відносно успішні випробування цього апарату в 2019–2020 рр., що позиціонується як «напарник» керованого людиною винищувача [7].

У 2024 р. українські сили почали закупівлю 10 000 дронів, посилених ШІ – попередній, але значний крок до більш широкого впровадження передових автономних систем. Хоча ця цифра становить лише частку з майже 2 млн дронів, побудованих Україною в 2024 р., вона показує зростаючу прихильність України до все більш автономних та здатних платформ [11].

У грудні 2024 р. Україна провела історичну операцію. Українські сили здійснили перший повністю безпілотний наступ поблизу Липців, селища на північ від Харкова. Атака включала десятки безпілотних наземних транспортних засобів (UGV) та дронів від першої особи (FPV), без участі піхоти.

В інтересах ВМС США розробляється безлюдний підводний апарат великої водотоннажності LDUUV (Large Displacement Unmanned

Underwater Vehicle) з автономністю ходу не менше 70 діб, здатний самостійно вирішувати навігаційні завдання, обходити різні перешкоди та ідентифікувати підводні та надводні цілі. Перспективним напрямом подальшого вдосконалення автономних засобів є забезпечення можливості їх групової взаємодії. З цією метою Управління перспективних досліджень МО США ДАРПА (DARPA) реалізує програми з відпрацювання питань групового застосування БпЛА (до кількох сотень в одній групі), автономних надводних та підводних об'єктів, мобільних наземних роботизованих платформ різного призначення. Такі автономні засоби повинні мати наступні здібності:

– визначати особливості навколишнього середовища, у т. ч. встановлювати наявність інших учасників групи;

– автоматично організовувати канали зв'язку та визначати старшого групи або обирати нового при втраті попереднього;

– взаємодіяти для виконання поставленої задачі.

Стверджується, що системи, які мають ШІ, будуть найбільш корисними при виконанні завдань розвідки. З 2017 р. у ЗС США проводяться роботи з інтеграції ШІ до діючих систем розвідки та ідентифікації об'єктів у рамках проєкту «Мавен» (Maven). Накопичено певний досвід застосування таких систем для виявлення та поразки цілей в Іраку, Афганістані та Сирії [4].

Одним з найважливіших напрямків використання ШІ в Україні є обробка розвідувальної інформації. ШІ використовується при аналізі даних для допомоги українцям у прийнятті рішень. Ключова роль ШІ в службі України полягає в інтеграції розпізнавання цілей та об'єктів із супутниковими зображеннями, що змушує західних коментаторів відзначати, що Україна має перевагу в геопросторовій розвідці [8].

Комп'ютерне бачення з використанням машинного навчання лежить в основі багатьох систем аналізу відео та фото, що працюють на ШІ. Воно ефективно вирішує завдання виявлення та класифікації об'єктів у візуальних даних за допомогою алгоритмів глибокого навчання

Аналіз воєн та конфліктів XXI ст. показує, що ефективність контролю електромагнітного простору стає одним із ключових факторів перемоги. Підтвердженням цьому є велика кількість проєктів, що реалізуються у ЗС розвинених країн, щодо вдосконалення систем та окремих засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), у т. ч. шляхом застосування штучного інтелекту. У США за програмою «Блейд» (BLADE – Behavioral Learning for Adaptive Electronic Warfare System), що

виконується для ДАРПА компанією «Локхід Мартін», розробляється автоматична система РЕБ. У її функціонуванні постійно оцінюється ефективність придушення радіоелектронних засобів противника з метою подолання можливих заходів протидії. Крім того, система здатна реалізовувати заходи радіоелектронного захисту. Стверджується, що ШІ грає ключову роль у забезпеченні ефективності створюваної системи.

Зараз різко зросло значення кіберпростору як сфери протистояння окремих держав, організацій та особистостей. Наявність атрибутованих фактів проникнення в національний кіберпростір змусила країни НАТО в 2018 р. внести значні зміни у військові доктрини з відповідною зміною національної політики, у т. ч. шляхом запровадження спеціальних узгоджених та односторонніх дипломатичних та економічних санкцій проти організацій та окремих осіб у РФ, КНР та Ірані. Наголошується, що системи з ШІ є ключовим елементом, який забезпечує виконання найскладніших кібероперацій. Алгоритми ШІ можуть автоматично визначати наявність загроз, оцінювати їх небезпеку, модифікувати з метою захисту від них власне програмне забезпечення. Виконання всіх цих операцій вимірюється секундами, а не місяцями, що необхідно при залученні великого штату експертів. Потенційно кіберсистеми з ШІ здатні одночасно проводити операції кіберзахисту та кібернападу. Відомо про успішні експерименти китайської корпорації «Тенсент» (Tencent) із злому систем з ШІ, що розпізнають об'єкти. Метою злому є приховування чи заміна об'єкта розпізнавання. Спеціально для захисту від такого впливу в ДАРПА реалізуються програми розробки апаратно-програмних засобів (так звані програми GARD – Guaranteeing AI Robustness against Deception), що забезпечують стійкість систем, які володіють ШІ, від спроб їх злому [9].

Ще одним напрямом використання систем з ШІ є інформаційні операції. Вже зараз такі системи вміють формувати підроблені фото-, аудіо-, відеоматеріали, створюють в Інтернеті фальшиві профілі вигаданих чи справжніх людей. Ці технології можуть використовуватися для створення «фейкових» новин (від англ. *fake news*), розробки легенд оперативним співробітникам, дискредитації певних осіб або їхнього шантажу. Відомий проєкт «Медіфор» (MediFor – Media Forensics), що виконується ДАРПА і спрямований на розробку заходів протидії подібним системам.

Важливою прикладною сферою застосування ШІ є військова логістика, що вирішує завдання матеріально-технічного забезпечення, а

також перекидання та розміщення особового складу. Застосування ШІ дозволяє оптимізувати логістичні операції за критеріями безпеки, оперативності та вартості їх виконання. Логістичні системи з ШІ вже зараз застосовуються у ЗС США для оцінки потенційних потреб у запчастинах та визначення найбільш раціональних способів їх доставки. Принцип роботи систем полягає у постійному автоматичному аналізі технічних параметрів, що одержуються від різних датчиків, розміщених у засобах озброєння, з метою визначення необхідності та обсягу проведення операцій обслуговування чи ремонту військової техніки.

У 2020 р. Об'єднаний центр штучного інтелекту МО США, враховуючи досвід протидії вірусній пандемії COVID-19, в рамках проєкту «Салюс» (Salus) розробив спеціальний комплекс програм з визначення ймовірних потреб та вироблення ефективних рішень щодо організації доставки до таких пунктів відповідних предметів постачання. Повідомляється, що в майбутньому за подібних епідемій створений комплекс може застосовуватися на користь Національної гвардії, Федерального агентства з управління в надзвичайних ситуаціях та Об'єднаного командування ЗС США в зоні Північної Америки [10].

Одними з перших, що використовуються на практиці військових засобів, оснащені ШІ, стали навчально-тренувальні засоби (НТЗ) або імітаційні тренажери. Нині НТЗ варіюються від простих тренажерів на базі персональних комп'ютерів і до систем, що моделюють з високою достовірністю відтворення, а також тренажерів, пов'язаних зі справжніми комплексами озброєння. Застосування ШІ забезпечує реалістичне візуальне відтворення систем озброєння, бойову обстановку, що динамічно змінюється, імітацію інформації, яка надходить від різних сенсорів, зовнішні умови, включаючи пору року, дня, погоду та особливості простору.

Розглянемо можливості ШІ у сфері застосування інтелектуальних боєприпасів. Під інтелектуальними боєприпасами розумітимемо боєприпаси, здатні самостійно коригувати траєкторію при підльоті до мети або вибухати в оптимальний момент часу.

Одним із сучасних інтелектуальних боєприпасів є авіаційна бомба «Спайс 250» (Spice 250), розроблена ізраїльською компанією «Рафаел Едвансд Дефенс Системз» (Rafael Advanced Defense Systems). Бомба розміщується під крилом авіаносія, має бойову частину калібру 75 кг і може самостійно вражати цілі на віддаленні до 100 км від точки скидання завдяки наявності крила, що розкривається. У процесі підготовки в оптико-

електронну головку самонаведення, що володіє ШІ, закладаються тривимірні образи мобільних або стаціонарних цілей та програмне забезпечення, що реалізує їх виявлення і приймає рішення на ураження. Повідомляється про можливість здійснювати вибір оптимальної за заданими критеріями мети.

Крім розглянутих областей застосування ШІ, у військовій справі відомі й інші напрями його використання: біометрична ідентифікація персоналу з метою визначення прав допуску (в приміщення, до інформації, до управління ОВТ), визначення стану військовослужбовців із зазначенням заходів відновлення здоров'я, передбачення погодних факторів, що впливають на планування операцій, розкриття фактів застосування спеціальних засобів поразки. Технології на основі ШІ також широко застосовуються у різноманітних прицілах та пристроях відображення візуальної інформації – від лобового скла на різних машинах до спеціальних шоломів та окулярів. Так, корпорація «Майкрософт» (Microsoft) на замовлення міністерства оборони США бере участь у виробництві спеціального візуального приладу, який носиться на голові – «Айвас» (IVAS – Integrated Visual Augmentation System), що дозволяє формувати «змішану» реальність, коли в полі зору поєднуються візуальні та цифрові зображення, що отримуються від різних датчиків. Для обміну даними окремі прилади можуть об'єднуватися в мережу за протоколом Wi-Fi, крім того, їх можна використовувати з метою тренування військовослужбовців шляхом відтворення віртуальної бойової обстановки.

В Україні розроблено унікальні ШІ-рішення для боротьби з російською пропагандою. Возьмемо, наприклад, українські стартапи Osavul та Mantis Analytics. Обидва народилися в перші дні повномасштабного вторгнення і займаються виявленням та протидією кампаніям дезінформації проти своєї країни [5]. Osavul, заснована в 2022 р. для боротьби з російською пропагандою, нещодавно залучила $3 млн початкового фінансування для подальшого розвитку своїх рішень для боротьби з дезінформацією на основі ШІ. Ці технології вирішують найважливішу змінну того, наскільки ефективною буде інформаційна атака – час. Маючи швидкість на боці України, правда може досягти аудиторії раніше російського наративу, обмежуючи його поширення.

Отже, необхідно відзначити, що кількість напрямків і способів застосування ШІ у військовій справі безперервно зростатиме слідом за появою нових ідей та технологій, що їх реалізують. Загальною обов'язковою вимогою до всіх нових військових систем, які мають ШІ,

буде забезпечення меншої, ніж у противника, тривалості циклу управління військами та зброєю. І як наслідок необхідності виконання цієї ключової вимоги виникає прогноз на довгострокову перспективу практично повної заміни людинокерованої зброї, що розміщується на різних повітряних, морських і наземних носіях, на роботизовані платформи, що несуть зброю і мають індивідуальний та груповий ШІ. Як мінімум цей прогноз буде стосуватися розвинених країн світу.

Список бібліографічних посилань

1. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України; Концепція від 02.12.2020 № 1556-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-2020-%D1%80.
2. Андрощук Г. Тенденції розвитку технологій штучного інтелекту: економіко-правовий аспект // Теорія і практика інтелектуальної власності. 2019. № 3. С. 84–101.
3. Сидорчук Ю. М. Філософсько-правові проблеми використання штучного інтелекту // Право і суспільство. 2017. № 3–2. С. 16–19.
4. Artificial Intelligence and National Security, Congressional Research Service Report R45178 от 21.11.2019.
5. How Ukraine uses AI to fight Russian information operations. URL: https://www.globalgovernance.eu/publications/how-ukraine-uses-ai-to-fight-russian-information-operations.
6. Deep Learning for Classifi cation of Mini-UAVs Using Micro-Doppler Spectrograms in Cognitive Radar / A. Huizing, M. Heiligers, B. Dekker and others // IEEE A&E Systems Magazine. 2019. № 10.
7. Rachel S. Cohen. Meet the Future Unmanned Force // Air Force Magazine. 2019. № 4 (102).
8. Roles and Implications of AI in the Russian-Ukrainian Conflict. URL: https://www.cnas.org/publications/commentary/roles-and-implications-of-ai-in-the-russian-ukrainian-conflict.
9. The Military Balance 2019. The International Institute for Strategic Studies (IISS), 2019. URL: https://www.google.com/search?q=The+Military+Balance+2019.+The+International+Institute+for+Strategic+Studies&oq=The+Military+Balance+2019.+The+International+Institute+for+Strategic+Studies%09&aqs=chrome..69i57j69i60.5948j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8.
10. Tucker P. The Pentagon Will Use AI to Predict Panic Buying, COVID-19 Hotspots. URL: https://www.defenseone.com.
11. The Pentagon Will Use AI to Predict Panic Buying, COVID-19 Hotspots. URL: https://www.csis.org/analysis/ukraines-future-vision-and-current-capabilities-waging-ai-enabled-autonomous-warfare.

УДК 629.78-963:502/504(15)

НОВІ МОЖЛИВОСТІ ОЧИЩЕННЯ ОРБІТИ ВІД КОСМІЧНОГО СМІТТЯ ЗА РАХУНОК БпЛА

Кобцев Олексій Сергійович,
інженер;
Чиж Дар'я Михайлівна,
інженер;
Маслик Вікторія Сергіївна,
здобувачка освіти;
Вартанян Катерина Василівна,
здобувачка освіти,
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *Розглянуто компоновки та використання орбітальних безпілотних літальних апаратів у екологічно-очисних цілях застосування.*

Ключові слова: *двигуни, космічні безпілотники, безпілотні літальні апарати, космос, супутник.*

Abstract. *The layout and use of orbital unmanned aerial vehicles for environmental cleaning purposes are considered.*

Keywords: *engines, space drones, unmanned aerial vehicles, space, satellite.*

Проблема очищення орбіти від космічного сміття та дослідження космічного простору постає як визначний феномен сучасних технологій, що формують основу диспозитиву нашої епохи. У цьому контексті особливого значення набуває новий образ Землі, створений за допомогою новітніх технічних та інформаційних засобів, через які подається та сприймається вся космічна й екологічна проблематика. Як зазначає народна мудрість, *«Ми, люди, не завжди усвідомлюємо, що робимо, а коли це зробимо, лише тоді починаємо осмислювати наслідки»*.

Проблеми засмічення космосу повідомляють керуюча компанії Space Logistics Ukraine Тетяна Люлько та експертка Міжнародного центру космічного права Ганна Гурова. У 2014 р. міжнародну космічну станцію тричі переміщували через ймовірне зіткнення з космічним сміттям. Колишній вчений NASA Дональд Кесслер нещодавно заявив, що людство

досягло «критичної щільності». Досить великі об'єкти в космосі стикаються один з одним і створюють дрібне сміття швидше, ніж його можна буде видалити, пише Naked Science. Головна задача сьогодення для людства – це знайти дешеві, швидкі та максимально екологічні способи прибирання орбіти землі та космічного простору від ракетоносіїв, супутників, зондів, телескопів, БпЛА, дрібних та великих уламків. По даним департаменту ESA у 2023 р. кількість об'єктів на навколоземній орбіті досягла рекордних значень. Засоби стеження ESA зафіксували понад 35 тисяч об'єктів діаметром понад 10 см, 9100 з них були робочими супутниками, решта 26 тисяч – космічним сміттям. При цьому, його реальна кількість набагато вища. За оцінками експертів, зараз на орбіті перебуває понад мільйон уламків діаметром від 1 до 10 см. Європейське космічне агентство (ESA) на 2025 рік планує запуск місії ClearSpace-1, першої в історії місії з видалення великого космічного сміття з орбіти Землі, що є частиною зростаючої проблеми космічного забруднення, і потребує термінових заходів. Згідно з прогнозами, кількість космічного сміття збільшуватиметься, а в 2025 р. ESA, ймовірно, випустить свій «Звіт про космічне середовище», який покаже масштаби проблеми, включаючи понад 1,2 млн об'єктів розміром від 1 до 10 см та понад 50 000 великих об'єктів понад 10 см.

Серед новітніх концепцій особливу увагу привертає ракетно-безпілотний комплекс «УКРОП». Його мета – очищення орбіти за допомогою безпілотників, які доставляються в космос багаторазовою ракетою Falcon Heavy. Після виходу на орбіту два безпілотних літальних апарати (БпЛА) відокремлюються від балково-ферменної конструкції ракети-носія, яка сконструйована для підвішування стикувальних вузлів, до яких кріпляться безпілотники. На етапі запуску ракета досягає необхідної висоти, після чого відкривається відсік, і БпЛА зі складеними стрілоподібними крилами вилітають у космічний простір для початку місії очищення квадратних кілометрів орбіти від сміття.

Перспектива розвитку компоновок безпілотних орбітальних прибиральників (БОП) полягає в унікальному інженерному рішенні: оснащення їх х-подібними телескопічними щоглами завдовжки 9 м, до яких кріпляться сітки з дрібними осередками для захоплення космічного сміття, зокрема дрібних фрагментів та застарілих супутників. Суть цього методу полягає в розміщенні носового блоку, що має розкривні стулки, саме з них висуватимуться телескопічні х-подібні щогли з сіткою, здатною ефективно ловити навіть найдрібніші фрагменти сміття. Завдяки імпульсу

від газового чи реактивного двигуна, БОП набуває швидкості, що перевищує швидкість сміття, дозволяючи йому наздоганяти й захоплювати його з оптимальної траєкторії. Цей підхід створює сприятливі умови для маневрів БОП, у яких дрібні осередкові сітки забезпечують швидке й безпечне захоплення сміття, уникаючи небезпеки його пошкодження від ударів захоплюваних фрагментів.

Після того як сітка наповниться сміттям, БОП подає гальмівний імпульс і спрямовується на спеціальну траєкторію, що веде до сходу з орбіти, де він разом із зібраним сміттям згорить у щільних шарах атмосфери. Така процедура можлива завдяки використанню трьох рідинних реактивних двигунів, які створюють гальмівний імпульс, дозволяючи БОП рухатися проти траєкторії польоту й знижувати швидкість. Це забезпечує його захоплення гравітаційним полем Землі, що веде до входу в щільні шари атмосфери та кінцевого згоряння разом з космічним уловом.

Головною перевагою компоновки БОП є розміщення міцної, надійної, дешевої кевларової великогабаритної сітки з елементами заплутування для захоплення малогабаритного сміття розмірами від 10 см в діаметрі, площа сітки заплутування складає 166,41 м. Таке компонування безпілотника дозволить йому, прибрати 1 квадратний кілометр орбіти від малогабаритного і великогабаритного сміття, розміри якого складають від 10 см до 5 м. Це дозволить прибирати навіть зламані супутники такі, як Глонас, розміри якого (2,71 × 3,05 × 2 ,71 м) та супутники Starlink (3,2 × 1,6 × 0,2 м).

Головним недоліком проекту БОП є постійний візуальний моніторинг скупчення великого сміття, тобто непрацюючих супутників і постійне коригування курсу польоту для унеможливлення захоплення і знищення працюючих супутників, що призводить до постійних витрат палива або рідкого кисню для здійснення маневрів.

Завдяки наведеному конструктивному компонуванню БпЛА можливе повне очищення колометрової ділянки орбіти від космічного сміття з метою покращення екологічної ситуації у космосі.

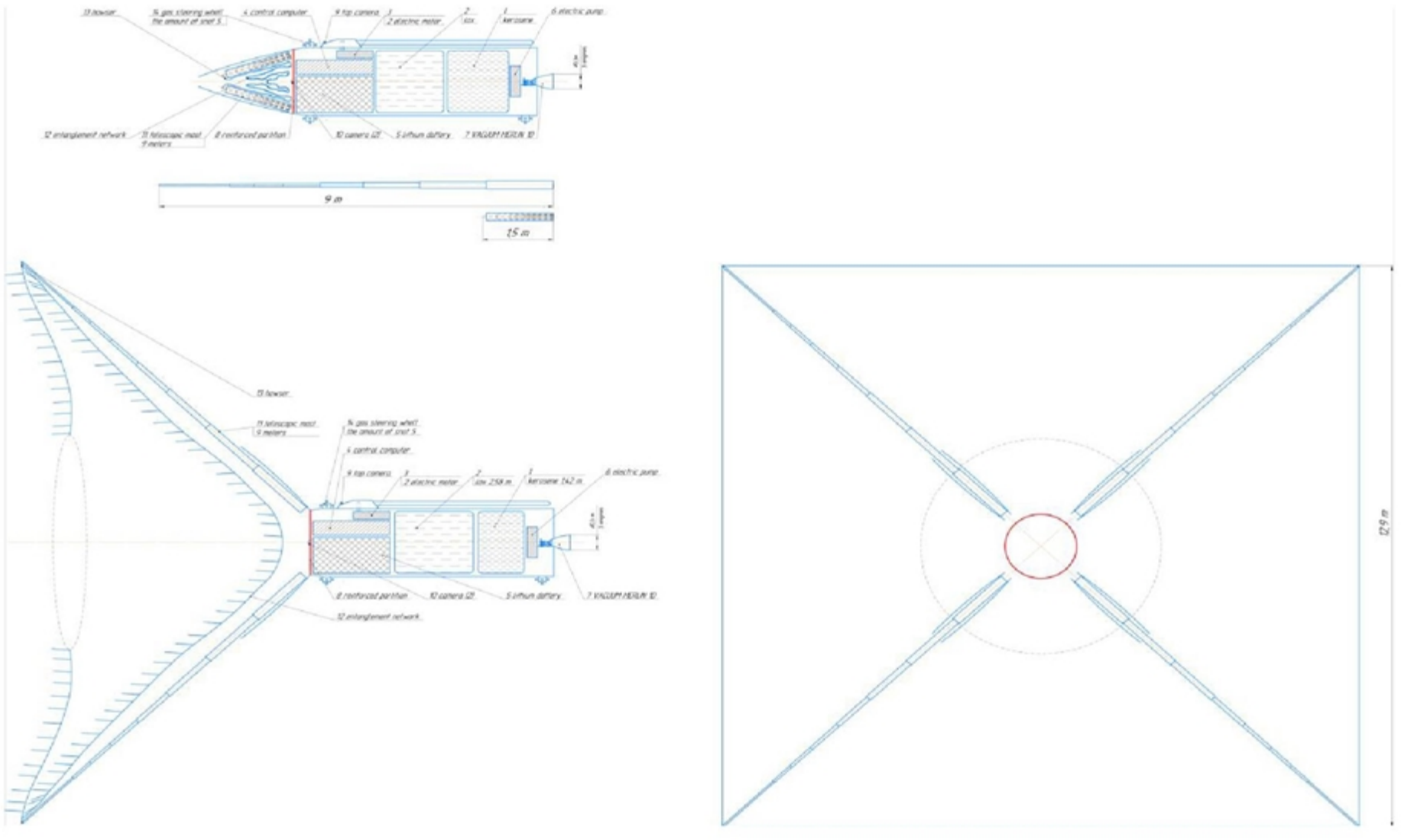

Рис. 1. Компонування безпілотного орбітального прибиральника (БОП)

Додатково пропонується використовувати компоновку безпілотника з встановлення п’яти пружино-пневматичних гарпунів, оснащених міцними капроновими канатами й лебідками для захоплення великих об’єктів, таких як супутники, що вийшли з ладу. Використання гарпунної системи дозволяє БОП ефективно захоплювати одразу до п’яти таких об’єктів, що перетворилися на космічне сміття через зіткнення з іншими фрагментами. Цей метод значно розширює можливості для очищення орбіти, адже один БОП може загарпунити та стабільно утримувати кілька великих об’єктів, підготувавши їх для подальшої утилізації у щільних шарах атмосфери.

Головною перевагою компоновки БОП з гарпунами: є можливість захоплення величезних космічних об’єктів розміром до 100 м. Що дає, в свою чергу, можливість очищення орбітального простору від ракета-носіїв або їх великогабаритних частин, які заважають запускам нових супутників та зондів.

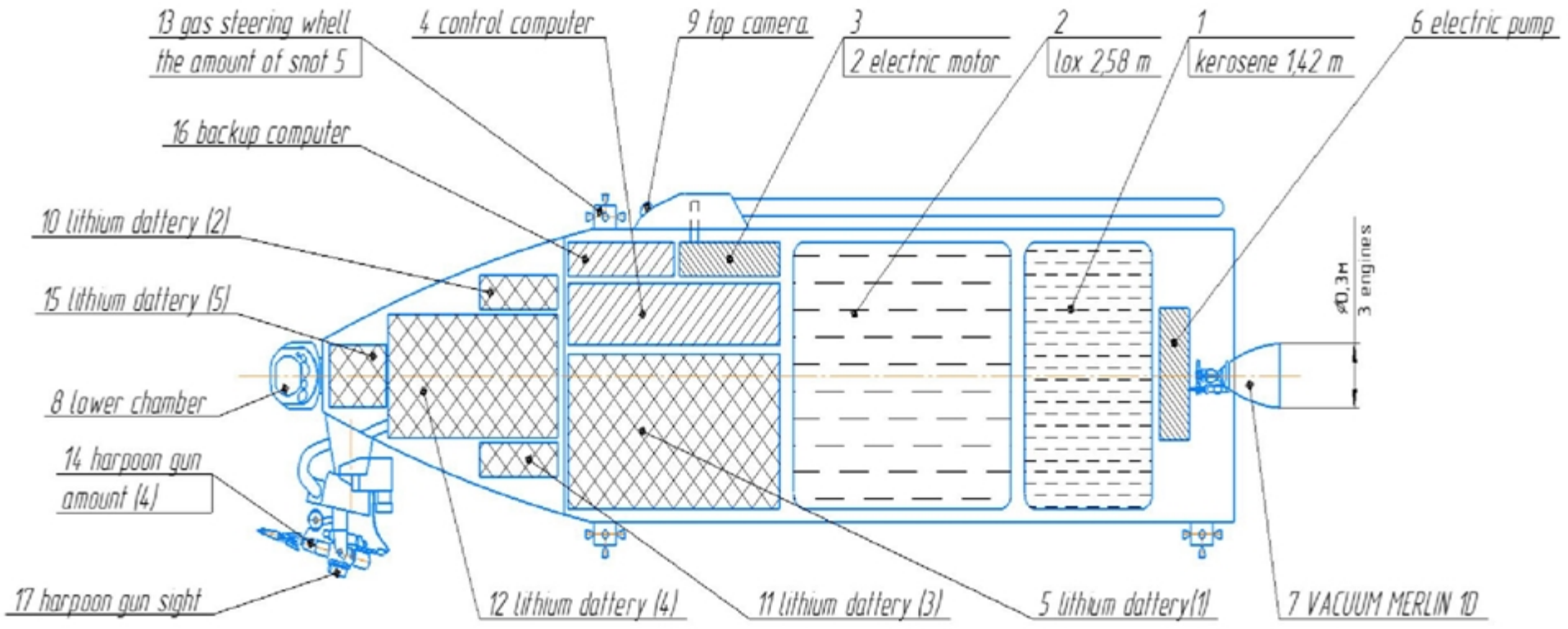

Рис. 2. Компонування (БОП) з п’ятьма пружино-пневматичними гарпунами

Головною перевагою проєкту БОП є можливість модернізацій і розміщень в носовому блоці БпЛА чотирьох малих керованих ракет з розміщеними всередині рідкими кисневими баками, для створення реактивних імпульсів за рахунок п’яти газових рулів, які дозволяють розкривати і закривати сітку та корегувати сход з орбіти заплутаного космічного сміття. Цей спосіб дасть економічні переваги, багаторазового використання і оснащення орбітального безпілотника, чотирма ракетами з прикріпленою до них кевларовою сіткою для збору і подальшого сходу з орбіти по спеціальній траєкторії орбітального сміття та ракет. Після застосування оснащення безпілотник прямує до міжнародної космічної орбітальної станції для повторного оснащення і встановлення космонавтами в носовий блок БпЛА ракет і сітки. Згодом подається команда на закриття стулок носового обтічника й увімкнення реактивних двигунів з метою імпульсного польоту до забрудненого сміттям квадрату орбіти та повторного запуску безпілотником сітки і закріплених ракет до неї, які корегують, направляють сітку на космічні маси сміття для подальшого захоплення.

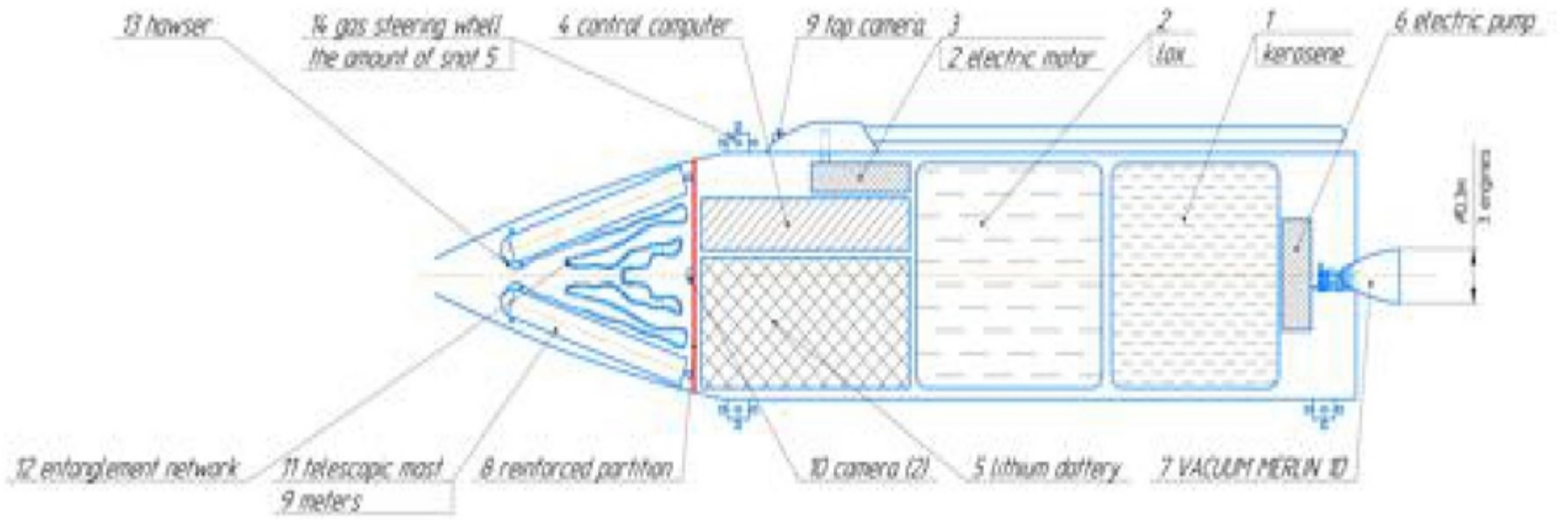

Рис. 3. Компонування БОП з керованими чотирма ракетами у складеному вигляді

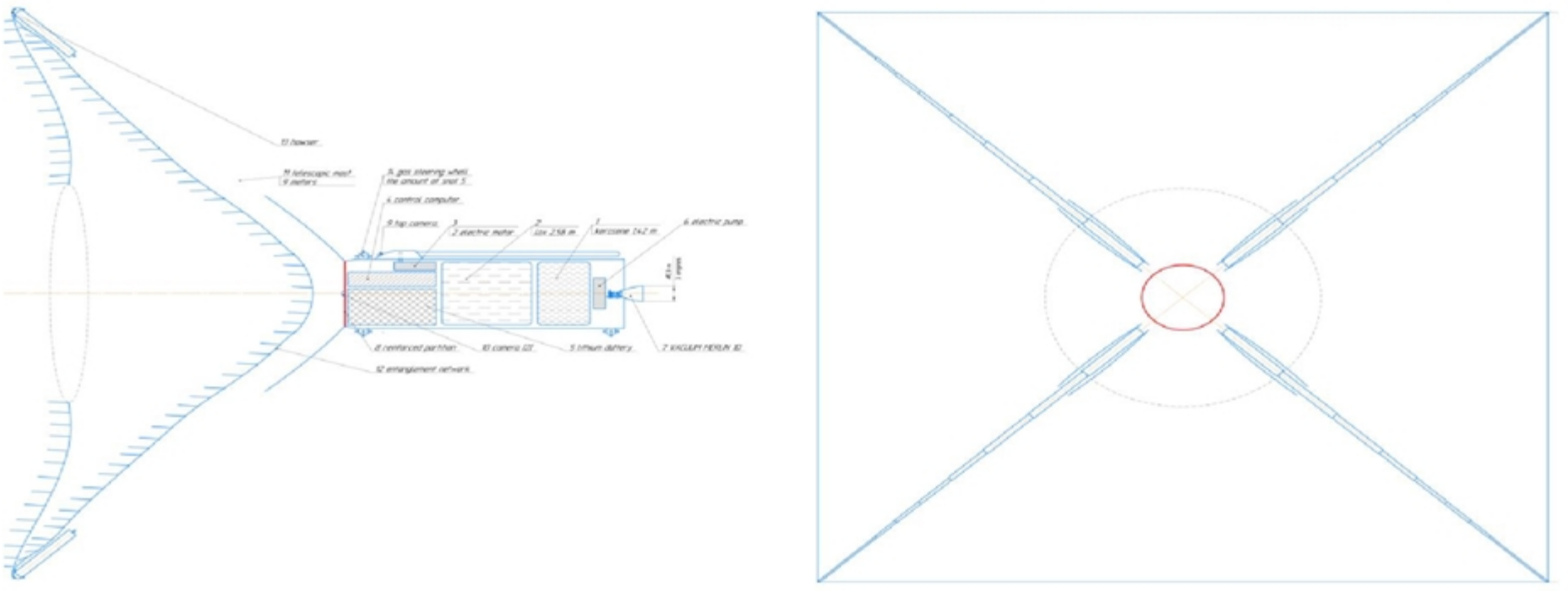

Рис. 4. Компонування (БОП) з керованими чотирма ракетами
і закріпленою до них сіткою

Застосування БпЛА для видалення сміття з орбіти має працювати таким чином, щоб об’єкт втратив стійку орбіту й увійшов у щільні шари атмосфери або щоб сміття було безпечно виведене на траєкторію контрольованого сходу / м’яко доставлене на зону збору.

Основними складовими конструкції таких БпЛА є:

1. **RCS / реакційні двигуни** – для стабілізації та точної навігації під час захоплення.
2. **Енергетичині компоненти** – сонячні панелі + акумулятори; живлення тяги (якщо електрична).
3. **Система захоплення** – робот-рука, сітка, гарпун, липкий модуль, аеропарус / деорбітний парус, трос / електродинамічний якір.
4. **Навігація / датчики** – оптика (ширококутна + телескоп), LIDAR / лазерний далекомір, радар ближньої навігації, IMU, GPS / GNSS.

5. **Бортове керування та ЕОМ** – комп’ютер, алгоритми автономного зближення.

6. **Структура та інтерфейси** – стандартизовані кріплення, вузли для встановлення паруса.

7. **Елементи зв’язку** – командно-телеметричний канал, високошвидкісний канал для зображень.

8. **Система безпеки / аварійного від’єднання** – щоб уникнути фрагментації об’єкта.

Δv (зміна орбітальної швидкості) – один з ключових показників при виборі БпЛА для поставленої задачі. Тяга (Т), що потрібна для виконання цього Δv за заданий час горіння може бути обчислена за формулою:

$$T = m_{total} \cdot \frac{\Delta v}{t_{burn}},$$

де m_{total} – маса «система+сміття» в момент маневру;

t_{burn} – час горіння.

Як вибору необхідної тяги двигуна є наступні рекомендації:

– Швидкий деорбіт одним імпульсом: хімічна тяга (сотні ньютон-кілоньютони).

– Економний тривалий маневр: електрична тяга (малі ньютон-соті, але високий ISP).

– Для зближення / захоплення: дрібні реакційні двигуни (ньютон-рівень).

В залежності від розміру фрагменту БпЛА буде мати різні характеристики:

1) Для легких фрагментів

– Маса: **10–50 kg**
– Δv: **50–200 m/s**
– Пропульсія: електрична (іонна / Холла) або хімічна
  – Електрична: тяга 0.01–0.5 N, ISP 1000–3000 s, потужність 0.5–2 kW
  – Хімічна: тяга **0.5–10 N, ISP ≈ 200–320 s**
– Пальне (для m_0=30 kg, Δv=100 m/s):
  – ISP =200 s → **~1.5–2.0 kg**
  – ISP =2000 s → **~0.15–0.2 kg**
– Енергоживлення: панелі **0.3–1 kW**
– Система захоплення: сітка / липкий модуль
– Плюси: дешевий, можна запускати групами

– Мінуси: слабкі можливості для великих об’єктів.

2) Універсальний

– Маса: **100–500 kg**
– Δv: **200–600 m/s**
– Пропульсія: хімічна (швидкі маневри) + електрична (економічні переміщення)
  – Хімічна: тяга **100–1000 N**, ISP **280–320 s**
  – Електрична: тяга **0.1–1.0 N**, ISP **1500–3500 s**, потужність **1–10 kW**
– Пальне (m_0=300 kg, Δv=300 m/s):
  – ISP=300 s → **~30–35 kg**
  – ISP=2000 s → **~3.5–4.0 kg**
– Енергоживлення: панелі **1–6 kW**
– Система захоплення: робот-рука 3–6 DOF, аеропарус
– Плюси: універсальний
– Мінуси: дорожчий і складніший.

3) Для великих фрагментів

– Маса: **500–2000+ kg**
– Δv: **300–1000 m/s**
– Пропульсія: хімічна (тяга >1 kN) + електрична (потужність 10–50 kW)
– Пальне: m_0=1000 kg, Δv=500 m/s → **~170 kg** (ISP=300 s)
– Система захоплення: маніпулятори, гарпуни, троси, аеропаруси
– Плюси: здатен прибрати великі об’єкти, кілька місій
– Мінуси: дуже дорогий.

Головними ключовими аспектами і методами застосування, сьогодні є ціна прибирання від сміття і ціна сітки для представлених компоновок БОП. За приблизним підрахункам агенції NASA, треба витратити $80–90 млн на прибирання великого космічного некерованого об’єкта з орбіти. Це дає економічні переваги розвитку і застосування проєкту безпілотних орбітальних прибиральників багаторазового використання (БОП). Ціна кевларової сітки площею 166,41 м^2 з кроком 3 мм, якщо ціна за один метр квадратний кевларової тканини 5 oz, складає 46,5 дол./м^2, тоді орієнтована ціна $7738 за одну сітку. І по приблизним підрахункам ціни кевларових ниток для додаткових хаотичних елементів

заплутування космічного сміття та використання їх у гарпунних установках.

Ціни на кевларові нитки (кілька товщин)

Роздрібні ціни (Thread Exchange, США), перерахувала у $/м зі шпуль:

- Tex 40 (Size 46), 4 oz / 2500 yd, $74.79~$0.033/м
- Tex 60 (Size 69), 2 oz / 836 yd, $39.29 → ~$0.051/м
- Близько Tex 400 (Size 346), 16 oz / 1050 yd, $192.09 → ~$0.20/м.

Завдяки наведеним цінам на кевларову сітку і кевларовим ниткам різних товщин можна припустити, що ціна однієї сітки буде складати від $7738 до $16 600 з елементами заплутування хаотично прив'язаними до сітки. Зазначена мала ціна дає можливість масштабувати цей проєкт без величезних економічно-фінансових вкладень для всієї світової спільноти, країн, які прагнуть очистити величезні квадрати орбіти для запуску нових сучасних супутникі з технологією самостійного сходу з орбіти і подальшого згорання в щільних шарах атмосфери.

Рис. 5. За рахунок розроблених креслень створено комікс «Космічні пригоди безпілотників» художницею Катериною Вартанян

Список використаних джерел

1. Звіт ESA про ситуацію на навколоземній орбіті // Журнал UNIVERSE SPACE TECH. – URL: https://universemagazine.com/rekordne-chyslo-suputnykiv-i-kosmichnogo-smittya-esa-opublikuvala-zvit-pro-sytuacziyu-na-navkolozemnij-orbiti/?srsltid=AfmBOor_uyCAes1Vj6_8FDWciSLo0nLxvcMvX1CchnXI929FlzQ2Dnzr.

2. NASA. TECHNOLOGY TRANSFER PROGRAM. – URL: https://technology.nasa.gov/patent/MSC-TOPS-90.

3. ACTIVE REMOVAL OF LARGE DEBRIS: ELECTRIC PROPULSION CAPABILITIES. – URL: https://conference.sdo.esoc.esa.int/proceedings/sdc6/paper/102/SDC6-paper102.pdf.

4. CAL POLY. – URL: https://digitalcommons.calpoly.edu/theses/1047/.

5. Механіка видалення космічного сміття: огляд // Журнал MDPI. – URL: https://www.mdpi.com/2226-4310/12/4/277.

6. A Novel Concept of Cost-Effective Active Debric Removal Spacecraft System. URL: https://www.hou.usra.edu/meetings/orbitaldebris2019/orbital2019paper/pdf/6085.pdf.

7. Найсучашніша технологія малих космічних апаратів // Сайт NASA. – URL: https://www.nasa.gov/smallsat-institute/sst-soa/in-space_propulsion/.

8. Lev D. R., J. Herscovitz, D. Kariv, I. Mizrachi. Heated Gas Propulsion System Conceptual Design for the SAMSON Nano-Satellite (Propulsion) // J. Small Satellites. – 2017. – T. 6, № 1. – P. 551–564.

9. Parker K. I. State-of-the-Art for Small Satellite Propulsion Systems. URL: https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi. ntrs.nasa.gov/20160010571.pdf. – 1.06.2018.

УДК 623.438-051(477)(092)Морозов:623.438(477.54-25)"19"(091)

ОЛЕКСАНДР МОРОЗОВ І ХАРКІВСЬКА ШКОЛА ТАНКОБУДУВАННЯ: ТРАДИЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ

Біда Анатолій Григорович,
бібліотекар відділу науково-інформаційного
забезпечення інноваційних процесів
ХДНБ ім. В. Г. Короленка,
член правління
Харківської організації Всеукраїнського
товариства «Просвіта» ім. Т. Г. Шевченка
Україна, м. Харків

«Танк – це аргумент, який важко перебити».
Зі спогадів ветеранів Другої світової війни.

Анотація. *О. О. Морозов (1904–1979) – видатний конструктор бронетанкової техніки, чия діяльність тісно пов'язана з Харковом. Саме він свого часу очолив та розвив одну з провідних у світі шкіл танкобудування. На десятиліття ця школа визначила напрям розвитку броньованих бойових машин і є прикладом діяльності для нових поколінь.*

Ключові слова: *особистість, танки, конструювання, формування школи з виробництва.*

Abstract. *O. Morozov (1904–1979) was a prominent designer of armored vehicles whose work was closely connected with Kharkiv. He once led and developed one of the world's leading schools of tank engineering. For decades, this school shaped the direction of armored combat vehicle development and remains a model of achievement for future generations.*

Keywords: *personality, tanks, engineering design, development of a vocational manufacturing school.*

Багато сучасних підлітків, потрапляючи на вулицю О. Морозова у Харкові, не можуть відповісти на запитання, у зв'язку з чим названо магістраль, а тим більше прив'язати назву до історії міста, його традицій. Між тим, вулиця й прізвище людини, яке їй присвоєне, зараз заслуговують особливої уваги. Адже з іменем Олександра Олександровича пов'язаний значний період української історії, стрімкого розвитку машинобудування,

техніки, яка згодом стане однією зі своєрідних візитівок Харкова. Чим не приклад для нинішніх студентів, захисників українських теренів?!

Примітно, що О. Морозов народився в одному із сіл Башкортостана, а його творча й винахідницько-конструкторська діяльність пов'язана з Україною. Після навчання у 1920-х роках він прийшов працювати на Харківський паровозобудівний завод (ХПЗ), де почав кар'єру техніка-конструктора. Завод тоді був одним із головних промислових українських центрів.

А вже в 1930-х роках О. Морозов увійшов до групи конструкторів, які займалася розробкою перших радянських танків. У 1936 р. став одним із провідних інженерів при створенні танка **БТ-7М**, згодом – легендарного **Т-34**.

Щоб зрозуміти роль майбутнього головного конструктора у цій галузі, варто уявити тодішній стан середнього машинобудування. Паротяги вважались вершиною технічної думки. А тут стали потрібні танки: компактні, не вразливі для ворожої артилерії, маневрені. Такого озброєння потребували військові.

Перші розробки харківських винахідників та конструкторів справді виявились оригінальними, хоча події перед початком Другої світової війни засвідчили слабкість бортового озброєння виготовлених машин, їх броні.

Щоб уявити рівень розвитку техніки того часу, варто поглянути й на те, з чого така починалася. Зараз та техніка видається вкрай примітивною. Крім того, конструкторам довелось розпочинати свою роботу в складний період тоталітарного режиму, необґрунтованих репресій. Повсюди панували підозрілість, пошук ворогів… Навіть перший директор, організатор підприємства, на базі якого стали розробляти бронетехніку, П. П. Ріццоні був розстріляний.

Проте в молодих інженерів домінувало велике бажання проявити хист, створити машини, які б могли протистояти загрозам, що все частіше долинали із Заходу.

Чимало конструкцій, їх втілення в метал доводилось виконувати на власний розсуд і ризик. Час не терпів зволікань. Після серії різних удосконалень попередніх машин (*див. ілюстрації парку*) конструктори дійшли висновку, що на поля майбутніх битв має вийти принципово нова техніка.

Так підійшли до створення Т-34. З цією машиною пов'язане авторитетне визнання О. Морозова. У 1940 році він став головним

конструктором цього танка, який отримав прізвисько «легенда війни». Машина поєднувала:

– потужну броню, що витримувала більшість німецьких снарядів початку війни;

– косі бронеплити по боках, які суттєво підвищували захищеність екіпажу;

– дизельний двигун був економнішим і безпечнішим за бензинові на попередній техніці;

– заслуговувала визнання й відносна простота виробництва й ремонту, що дозволяло масово випускати танки навіть за складних воєнних умов.

У роки Другої світової війни саме Т-34 став основою бронетанкових військ. Його серійне виробництво, в т. ч. на евакуйованих заводах у Нижньому Тагілі, і очолював О. Морозов.

Тепер можна тільки подивуватись героїчним зусиллям танкобудівників. Для того, щоб підтвердити перед керівництвом надійність машин, в умовах лютої зими був організований безпрецедентний марш-кидок з Харкова до Москви (про це потім створять видовищний фільм).

При виготовленні серійного танка вперше застосують конвеєрне зварювання броні, унікальне виготовлення башт за допомогою литва. Усе виконувалось напрочуд оперативно. В організації процесу теж проявився особливий підхід, а також хист і авторитет О. Морозова. Він користувався популярністю не тільки серед інженерного складу, а й між простих робітників.

Німці змогли опанувати згадані технології тільки в кінці війни.

Після завершення Другої світової О. Морозов повертається до Харкова, де 1951 року очолює Харківське конструкторське бюро машинобудування (ХКБМ), яке нині заслужено носить його ім’я. Саме тут сформувалася унікальна харківська школа танкобудування, що стала центром передових ідей. Головні розробки цієї школи: Т-44 – перехідна машина до нової генерації танків; Т-54/55 – наймасовіші танки у світі, які московити ще й зараз віднаходять на далеких складах. З кількох проіржавілих машин складають одну й виводять проти українських захисників…

Наступний етап розвитку танкової галузі пов’язаний з Т-64, що також виявився справжнім проривом у танкобудуванні. Поява цієї

машини – пік творчості О. Морозова. Розроблена під його керівництвом у 1960-х, вона стала в галузі революційною. Вперше у світі отримала: автомат заряджання гармати (що зменшувало екіпаж до трьох осіб); компактний і потужний дизельний двигун 5ТД; комбіновану багатошарову броню; нову гармату калібру 125 мм, яка перевершувала західні аналоги.

Саме на базі Т-64 згодом створені інші відомі танки – Т-72 і Т-80. Харківська школа Морозова на десятиліття визначила розвиток світового танкобудування. А імена творців машин навічно вписані в історії знаковими символами. Ті танки, що добре зарекомендували себе під час різноманітних збройних конфліктів, вірно служать українським захисникам і зараз.

Тож історія життя творців легендарної техніки, розвитку конструкторської думки варті того, щоб до них уважніше ставилась нинішня молодь.

А що ж з подальшим розвитком галузі? 1979 року видатного інженера-конструктора не стало. Тепер про легендарні справи нагадує вулиця його імені, меморіальні дошки, механіко-технологічний коледж, де протягом десятиліть готувались кадри для втілення конструкторських розробок на сусідньому підприємстві. Кожен навчальний рік у коледжі, іншому сусідньому закладі профтехосвіти починається зі змістовних розповідей про минулі події та їх творців. Естафета створення унікальної техніки продовжується. Викладачі, майстри націлюють своїх вихованців на опанування новітніх технологій машинобудування, продовженні традицій морозівської науково-технічної школи.

Протягом 1990-х років ХКБМ мало два основні напрямки щодо танків: по-перше, організація замкненого в Україні циклу виробництва танка Т-80УД, близько 60% складників якого постачались з інших республік; по-друге, розробка нового танка Т-84. Для цього потрібно було сформувати цілу новітню галузь всередині України. Розвиток нових технологій дозволив реалізувати «пакистанський контракт», що передбачав постачання сотень танків Т-80УД. З них майже половину створили з нуля. Конструктори КБМ розробили технологію виготовлення зварно-катаної башти. Росіяни відмовили у постачанні стволів для гармат. Тож довелось опановувати й технологію їх виготовлення на вітчизняному виробництві. До речі, це стало українським винаходом, захищено патентами.

Т-80 став основою для подальшого вдосконалення. Т-80УД – виявився з потужнішим двигуном, комплексом оптико-електронного

придушення «Варта» й низкою інших особливостей. Тут виявилося вдалим поєднання витривалого шасі, значно технологічнішого та економнішого харківського дизеля та ефективних рішень з озброєння й бронювання. Повноцінне серійне виробництво машин тривало понад 20 років.

Після здобуття Україною незалежності ХКБМ опинилось у скрутному становищі. Напрацювання щодо техніки виявились непотрібними через відсутність головного замовника – радянської армії. Наявність великого парку радянських танків призвела до того, що Збройним Силам України стали не потрібні нові моделі. Крім того, кількість партнерських конструкторських бюро та НДІ, з якими відбувалася співпраця, опинились за кордоном, а спроби налагодити з ними контакти стали неможливими.

Тож закономірно, що з 1993 року ХКБМ почало налагоджувати контакти з іноземними замовниками. Перед КБ постали питання щодо майбутніх напрямків розробок, співвиконавців дослідно-конструкторських робіт і виробництва, а також замовників техніки. На допомогу прийшла участь у міжнародних виставках озброєнь.

Настала ера новітніх зразків, серед яких також уже з різних причин став легендарним «Оплот».

Кілька слів щодо тактико-технічних характеристик новітніх розробок КБ. «Булат» був перехідним рішенням для підвищення боєздатності танкових військ України після 2000-х років, доки готувався до серійного виробництва новітній **Т-84У «Оплот»**.

Порівняльна характеристика основних особливостей машин:

Т-64БМ «Булат»		Т-84У «Оплот»	
~ 45	Маса, т	~ 51	~ 51
3	Екіпаж, осіб	3	3
9,23	Довжина з гарматою вперед, м	9,72	9,72
3,56		3,54	3,28
2,17	Ширина, м	2,17	2,28
2,17	Висота, м	385	2,28

«Оплот» – новітній український – основний бойовий танк (ОБТ), який перевершує «Булат» за бронезахистом, електронікою та потужністю двигуна. але значно дорожчий і складніший у виробництві.

За існування й розвиток танкового парку учасникам проєкту довелось чимало повоювати в кабінетах чиновників. Їхні пацифістські настрої згубно позначились на стані готовності ЗСУ після початку повномасштабного російського вторгнення. Але в малишевців залишились у крові морозівські традиції: шукати шляхи вирішення проблем, а не пояснювати ними невдачі.

Великого значення набули пошуки імпортозаміщення деяких деталей, адаптації машин до новітніх вимог. Скажімо, на відміну від попередніх зразків, в «Оплоті» замість важелів та фрикціонів встановлений штурвал, яким механік-водій задає кути повороту танка. Впроваджена система управління забезпечує максимум можливого при найбільш оптимальних режимах у різних умовах пересування. Приміром, танк на одному місці може розвернутися, тримати ціль під час руху. У нього сучасна система управління з панорамним прицілом у командира і навідника, тепловізори допомагають вести бойові дії в різні періоди доби. Не випадково технікою зацікавились і уклали контракти вояки Пакистану, Таїланду та ін.

Для порівняння кілька слів про подібну зарубіжну техніку.

Leopard 2 – один з найсучасніших основних бойових танків, що використовується багатьма країнами НАТО. Його відзначають за потужну броню, точну гармату та високий рівень мобільності і захисту екіпажу (чотири особи).

Російський Т-90 – поєднує в собі стандартну архітектуру (триособовий екіпаж, автозарядник) з сучасними засобами захисту (Kontakt-5, Shtora), але має меншу потужність двигуна та інколи поступається у бронезахисті Leopard. Наші дроноводи навчились вміло утилізовувати «танк прориву» засобами безпілотних систем.

Сред малишевців і далі працюють морозівські традиції та настрої: шукати шляхи вирішення проблем, а не відступати під їхнім натиском. Так з допомогою іменитого конструкторського бюро теперішні заводчани успішно опановують випуск новітньої колісної броньованої техніки, виходячи з економічної доцільності та швидкого перебігу подій на полях боротьби з ворогом.

Їхній БТР-4 – один з кращих серед аналогів подібної техніки різних зразків: за швидкістю руху, бортовим озброєнням, управлінням у бойових умовах і виживання екіпажу. Це – свідчення сучасних захисників української землі.

А ось такий вигляд має еволюція, розвиток танкової та колісної техніки КБ, що випускалась та продовжує виготовлятись у підрозділах підприємства. (*див. таблицю*)

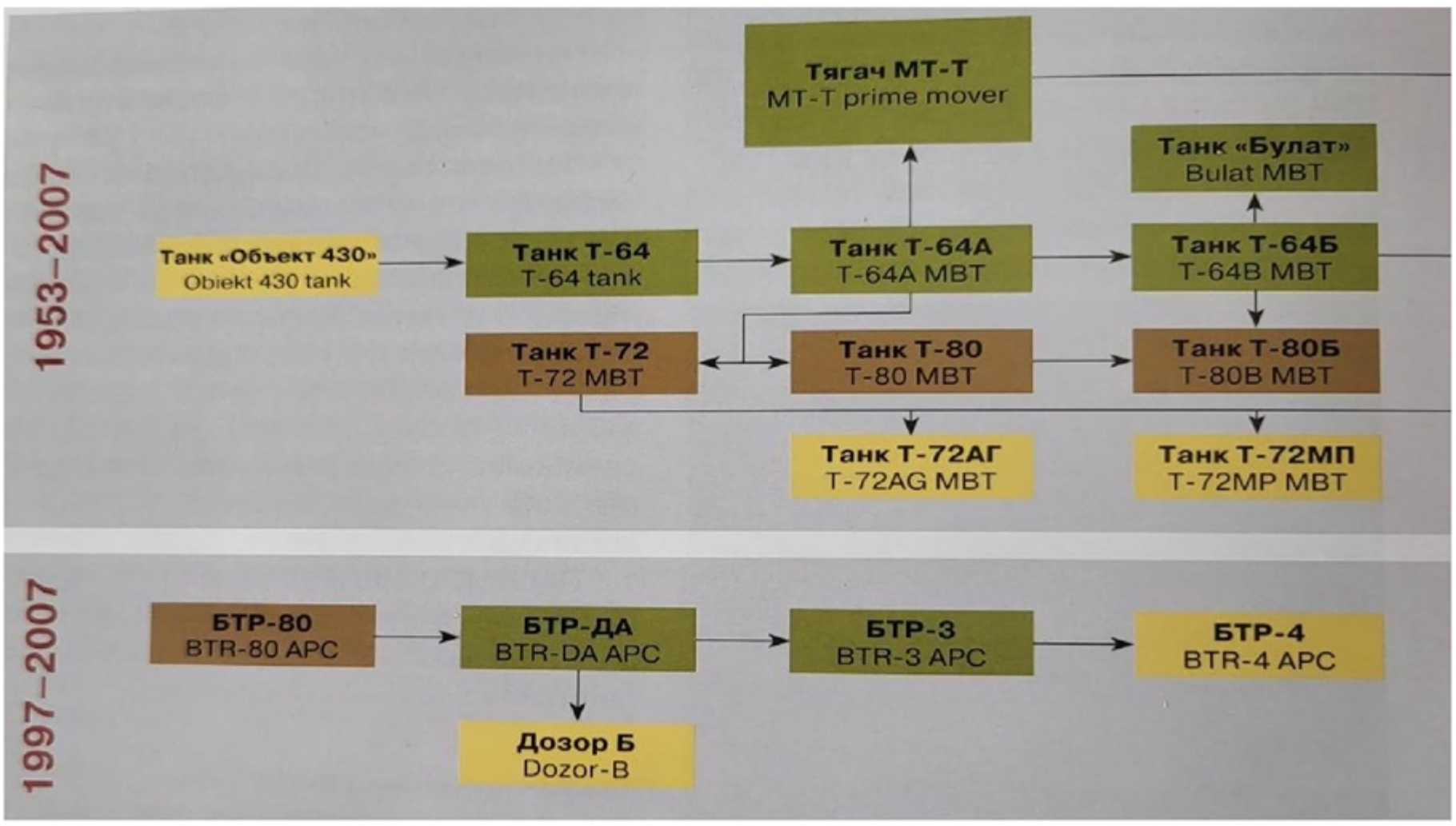

Схема наочно підтверджує технічний розвиток, удосконалення української техніки.

І хоча в умовах жорстокої війни випуск машин супроводжується великими технологічними труднощами, конструктори й заводчани не припиняють свою роботу з удосконалення й випуску техніки. Вони залишаються вірними послідовниками морозівської школи.

Олександр Морозов відійшов в інший світ понад 45 років тому, але його ім’я залишається символом української та світової інженерної думки. Харківське КБ носить його ім’я. У Харкові є вулиця, названа на його честь. Механіко-технологічний коледж, розташований неподалік підприємства, теж носить це гідне ім’я. Заклад тривалий час готує для підприємств кваліфіковані кадри. Учні та послідовники генерального конструктора продовжують його справи і в інших містах України.

Тож харківська школа танкобудування – це не лише технічні досягнення, але й особливий стиль інженерного мислення: прагнення до інновацій, пошук сміливих рішень з метою поєднання в машинах потужної вогневої сили з мобільністю та надійністю. Це і є тим важливим дороговказом, на який рівняються новітні творці броньованої техніки. Вихованці профільних закладів освіти готуються переймати естафету. У них справді є з кого брати приклад!

Список використаних джерел

1. Дьякова О. Морозов Олександр Олександрович // Харківщина: енциклопед. словн. / редкол.: С. І. Посохов та ін. – Харків, 2014. – С. 36.
2. Альошин В. Конструктор на всі часи : до 105-річчя з дня народж. [О. Морозова] // Харків. вісті. – 2009. – 31 жовт.
3. Лістровий В. Д., Слободін К. М. Конструктор тридцять четвірки // Прапор. – 1984. – № 8. – С. 17.
4. Морозов Олександр Олександрович // Історія танкобудування в України. Персоналії / С. С. Александров та ін. – Харків, 2007. – С. 17.

УДК 343.98:[623:004.8:001.895]]

КРИМІНАЛІСТИКА МАЙБУТНЬОГО: РОЛЬ НАУКОВИХ РОЗРОБОК ОБОРОННОГО СЕКТОРУ

Матюшенко Олександра Сергіївна,
курсант ННІ 1-24-204 Пр,
Харківський національний
університет внутрішніх справ
Україна, м. Кам'янець-Подільський;
науковий керівник:
Макарова Олена Павлівна,
кандидат наук, доцент,
Навчально науковий інститут № 1
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Україна, м. Харків

Анотація. *У повідомленні аналізується взаємозв'язок між передовими науковими розробками оборонного сектору та їх потенціалом для застосування у криміналістичній практиці. Автори акцентують увагу на тому, що сучасні виклики безпеки та військово-технічний прогрес створюють унікальні високотехнологічні*

рішення, які можуть бути ефективно адаптовані для потреб правоохоронних органів. Дослідження визначає ключові напрями такої інтеграції: штучний інтелект (ШІ) для автоматизованого аналізу великих масивів даних; дрони та роботизовані комплекси для безпечного огляду місць подій та збору доказів у небезпечних умовах; системи біометричної ідентифікації для прискореного та точного встановлення особи; сенсорний моніторинг для виявлення прихованих слідів речовин. Крім очевидних переваг, таких як підвищення швидкості та точності розслідувань, детально розглядаються етичні, правові та безпекові виклики, які виникають при використанні цих технологій. Особлива увага приділяється питанням допустимості цифрових доказів, захисту приватності та ризикам зловживання інноваційними засобами. У висновку обґрунтовується теза, що криміналістика майбутнього неможлива без синергії між науковими дослідженнями, правовим регулюванням та інноваціями оборонного сектору. Ця взаємодія є ключовою для формування нової парадигми розслідування злочинів, яка буде одночасно ефективною та справедливою.

Ключові слова: *криміналістика майбутнього, оборонні технології, штучний інтелект, біометрія, доказування, правове регулювання, технологічна інтеграція, цифрові докази.*

Abstract. *This article analyzes the interrelation between modern scientific developments in the defense sector and their potential application in forensic practice. The authors highlight the growing role of high technologies, including artificial intelligence (AI), drones, robotic systems, biometric identification, and sensor monitoring. The study explores the possibility of integrating defense innovations into the criminal investigation process, which can enhance the efficiency of evidence collection and the safety of investigative actions. At the same time, the article focuses on the ethical and legal challenges associated with using these new technologies. The conclusion argues that the future of forensic science is impossible without the active synergy between science, law, and the defense sector.*

Keywords: *future of forensics, defense technologies, artificial intelligence, biometrics, evidence, legal regulation, technological integration, digital evidence.*

Сучасний розвиток криміналістики визначається активним впливом науково-технічного прогресу, що охоплює насамперед оборонний сектор. Умови воєнного стану та глобальних безпекових загроз стимулюють створення високотехнологічних рішень, які спочатку спрямовуються на забезпечення обороноздатності держави, проте, з часом інтегруються у цивільну сферу, зокрема у криміналістичну практику. Використання дронів для повітряного спостереження, сенсорних систем для моніторингу середовища, алгоритмів штучного інтелекту для обробки великих масивів даних і роботизованих комплексів для виконання небезпечних завдань уже сьогодні формує нові підходи до збирання, фіксації та аналізу доказової інформації.

Актуальність дослідження зумовлена необхідністю осмислення тих викликів і можливостей, які виникають унаслідок впровадження оборонних інновацій у криміналістику. З одного боку, ці технології підвищують швидкість і точність розслідування, знижують ризики для життя та здоров'я слідчих і експертів, сприяють прозорості доказування. З іншого боку, вони породжують низку етичних, правових та організаційних проблем, серед яких – питання допустимості цифрових доказів, захисту персональних даних, а також ризиків зловживання новітніми засобами.

Метою цієї роботи є з'ясування ролі наукових розробок оборонного сектору у формуванні криміналістики майбутнього, окреслення напрямів їх практичного застосування у сфері кримінального судочинства та визначення викликів, пов'язаних із такою інтеграцією. Досягнення цієї мети передбачає комплексний аналіз сучасних тенденцій у сфері технологій оборонного призначення та можливостей їх адаптації для потреб криміналістики, що має важливе значення як для науки, так і для практики правозастосування.

Інноваційні процеси, що відбуваються у сфері оборонної науки і техніки, дедалі активніше впливають на розвиток криміналістики як науки та практики. Традиційні засоби фіксації та дослідження доказів поступово доповнюються новітніми технологіями, які ще кілька років тому застосовувались винятково для військових потреб. Сьогодні інтеграція оборонних розробок у криміналістику є не лише тенденцією, а й об'єктивною необхідністю, продиктованою складністю сучасної злочинності, яка дедалі більше використовує високотехнологічні методи [1].

Одним із ключових напрямків є використання штучного інтелекту (ШІ) для автоматизованого аналізу великих обсягів інформації. Сучасні кримінальні провадження пов'язані з колосальними масивами даних: відео з камер спостереження, записи мобільних операторів, результати цифрової експертизи тощо. Алгоритми машинного навчання здатні здійснювати швидке сортування, класифікацію та зіставлення інформації, що значно скорочує час пошуку доказів. Наприклад, системи розпізнавання обличчя, запозичені з оборонної сфери, вже широко застосовуються для ідентифікації підозрюваних у громадських місцях, а алгоритми аналізу патернів поведінки дозволяють виявляти аномалії у фінансових транзакціях чи пересуванні осіб [2]. Проте широке використання таких систем ставить нові питання щодо допустимості доказів, ризику

упередженості алгоритмів і необхідності судового контролю над застосуванням штучного інтелекту.

Інший перспективний напрямок – роботизовані системи та дрони, які в оборонній сфері використовуються для розвідки та виконання завдань у небезпечних умовах. У криміналістиці ці засоби поступово адаптуються для огляду місць події, особливо якщо вони становлять загрозу для життя людини: при розслідуванні пожеж, хімічних викидів, вибухів або у зонах бойових дій. Мініатюрні дрони здатні виконувати фотозйомку й відеозйомку у важкодоступних місцях, створювати тривимірні моделі місця події та передавати дані у режимі реального часу. Це дозволяє слідчим не лише документувати обстановку, а й аналізувати її за допомогою програмних комплексів, поєднуючи отримані дані з іншими джерелами [3].

Використання роботизованих систем також поширюється на сферу криміналістичної експертизи: автоматизовані лабораторні комплекси забезпечують точність дослідження біологічних зразків і скорочують людський фактор.

Особливе значення мають біометричні технології, що походять із систем контролю доступу та ідентифікації в оборонних структурах. У криміналістиці вони застосовуються для встановлення особи за відбитками пальців, сітківкою ока, голосом чи навіть ходою людини. Такі методи значно підвищують достовірність результатів і унеможливлюють підміну особи. Крім того, розвиток біометрії тісно пов’язаний із цифровими реєстрами, які об’єднують дані про осіб на національному та міжнародному рівнях. Наприклад, Європол та Інтерпол активно інтегрують біометричні системи у свої бази даних, що дозволяє швидко встановлювати зв’язки між підозрюваними у різних країнах [4]. Водночас масове збирання біометричних даних створює серйозні ризики для захисту приватності та вимагає чіткої регламентації з боку законодавця.

Ще одним напрямком є сенсорні технології та системи моніторингу, що походять від оборонних розробок у сфері розвідки та спостереження. У криміналістиці вони використовуються для виявлення слідів вибухових речовин, наркотиків чи токсичних агентів на місці події. Сенсори нового покоління здатні працювати у режимі реального часу та передавати дані до централізованих баз, де вони аналізуються автоматизованими системами. Окремі прилади вже здатні виявляти навіть мікроскопічні залишки речовин, що раніше було неможливим у польових умовах [5]. Перспективним видається й поєднання сенсорних технологій із

геоінформаційними системами, які дозволяють простежити переміщення підозрюваних чи предметів у просторі й часі [6].

Комплексне впровадження перелічених технологій формує підґрунтя для становлення нової парадигми криміналістики – «цифрово-орієнтованої криміналістики майбутнього», у якій оборонні розробки не лише забезпечують нові методи отримання доказів, але й змінюють саму логіку кримінального процесу. Якщо раніше слідчий покладався передусім на власний досвід і традиційні інструменти, то нині він має у своєму розпорядженні інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень, автоматизовані бази знань та роботизованих асистентів [7]. Це відкриває нові можливості для підвищення ефективності розслідувань, але водночас вимагає від правоохоронців нових компетентностей, зокрема у сфері цифрової грамотності та етики використання технологій.

Важливо наголосити, що інтеграція оборонних інновацій у криміналістику не може відбуватися стихійно. Вона потребує належного нормативно-правового забезпечення, розробки методик їх застосування та чіткого контролю за дотриманням прав людини [8]. Тільки за умови збалансованого підходу, який поєднує технологічний прогрес із правовими гарантіями, можливо досягти гармонійного розвитку криміналістики майбутнього. У цьому контексті міжнародний досвід (США, країни ЄС, Ізраїль) демонструє важливість співпраці між державними інституціями, науковими центрами та оборонними підприємствами у сфері створення й адаптації технологій подвійного призначення [9].

Впровадження наукових розробок оборонного сектору в криміналістику несе не лише очевидні переваги, а й низку суттєвих викликів, що зачіпають етичний, правовий і безпековий виміри. У центрі дискусій перебуває питання допустимості використання новітніх технологій у процесі доказування, адже саме від цього залежить справедливість судового розгляду.

З етичного погляду, найгострішою проблемою є ризик порушення приватності та прав людини. Використання систем масового відеоспостереження, алгоритмів розпізнавання облич і біометричних баз даних створює загрозу надмірного втручання у приватне життя громадян.

В умовах воєнного стану та підвищеної суспільної небезпеки подібні заходи можуть здаватися виправданими, проте, у мирний час їх застосування без чітких процесуальних гарантій здатне перетворитися на інструмент тотального контролю [10]. Тут важливо сформувати баланс між

безпекою суспільства та індивідуальними правами, інакше довіра до правосуддя може бути підірвана.

Правові виклики зумовлені відсутністю усталених процедур, які б регламентували допустимість цифрових доказів, отриманих із використанням новітніх технологій. На сьогодні в Україні та багатьох інших державах законодавство лише частково враховує специфіку електронних доказів, біометричних даних та результатів роботи алгоритмів штучного інтелекту [5]. Це створює ситуацію правової невизначеності, коли один і той самий доказ може визнаватися допустимим або недопустимим залежно від позиції суду. Подолання цієї проблеми вимагає адаптації кримінального процесуального законодавства до нових технологічних реалій.

Не менш важливими є безпекові аспекти. Інтеграція високих технологій у криміналістику робить її потенційно вразливою до кіберзагроз. Системи збирання та зберігання доказової інформації можуть стати об'єктом атак з боку злочинних угруповань або навіть ворожих держав. Маніпуляція алгоритмами ШІ, підробка біометричних даних чи втручання у сенсорні системи можуть призвести до спотворення доказів і неправосудних рішень [2]. У цьому контексті необхідно приділяти особливу увагу кібербезпеці та розробці механізмів перевірки автентичності цифрових доказів.

Попри численні виклики, наукові розробки оборонного сектору відкривають широкі перспективи для розвитку криміналістики. Йдеться не лише про підвищення технічних можливостей, а й про зміну парадигми роботи слідчих органів.

По-перше, новітні технології сприятимуть створенню комплексних цифрових платформ кримінального провадження, де всі дані – від огляду місця події до результатів експертиз – будуть інтегровані в єдину систему. Це дозволить мінімізувати людський фактор, забезпечити прозорість розслідувань і створити можливість для багатоаспектного аналізу доказів [3]. Важливу роль у цьому відіграватимуть алгоритми штучного інтелекту, які зможуть пропонувати слідчим оптимальні варіанти дій та прогнозувати ймовірні сценарії розвитку подій.

По-друге, перспективним напрямом є розвиток міжнародної співпраці у сфері криміналістики майбутнього. Сучасна злочинність часто має транснаціональний характер, а тому обмін інформацією між правоохоронними органами різних держав набуває ключового значення [4]. Інтеграція біометричних баз даних, спільні проєкти у сфері

використання сенсорних систем чи дронів можуть значно підвищити ефективність боротьби зі злочинністю. Водночас важливо, щоб така співпраця базувалася на спільних стандартах захисту прав людини.

По-третє, інтеграція оборонних розробок у криміналістику потребує нової системи підготовки кадрів. Слідчі, експерти та судді мають володіти цифровими компетентностями, розуміти принципи роботи алгоритмів і мати базові знання з кібербезпеки. Це вимагає перегляду освітніх програм юридичних факультетів та системи підвищення кваліфікації правоохоронців [1]. Без належної підготовки персоналу навіть найсучасніші технології залишатимуться малоефективними.

Нарешті, слід зазначити, що у перспективі можливим стане широке використання автономних роботизованих комплексів у криміналістиці. Вони зможуть самостійно здійснювати пошук доказів, проводити їхню первинну обробку та передавати дані до централізованих систем [6]. Це відкриває шлях до появи так званих цифрових криміналістичних асистенті, здатних істотно полегшити роботу слідчих органів.

Отже, наукові розробки оборонного сектору стають важливою рушійною силою розвитку криміналістики майбутнього. Вони не просто вдосконалюють існуючі методи, а формують нову якість криміналістичної діяльності, що ґрунтується на автоматизації, підвищенні точності та швидкості розслідувань. Завдяки інтеграції технологій, як-от: штучний інтелект, роботизовані системи, біометричні та сенсорні технології, криміналістика переходить від переважно ручних процесів до цифрового, інтелектуального підходу. Це відкриває шлях до створення комплексних цифрових платформ для кримінальних проваджень, що дозволить мінімізувати людський фактор та забезпечити прозорість процесу.

Водночас впровадження цих інновацій породжує низку складних етичних, правових та безпекових викликів. Необхідно розробити чіткі законодавчі норми, що регулюватимуть допустимість цифрових доказів та захист персональних даних, щоб уникнути ситуацій правової невизначеності. Важливим є також забезпечення кібербезпеки для захисту систем збирання та зберігання доказів від маніпуляцій та кібератак.

Таким чином, подальший розвиток криміналістики визначатиметься тим, наскільки успішно буде досягнуто баланс між технологічними можливостями та фундаментальними правами людини. Це вимагає комплексного підходу, що включає: наукові інновації та їх адаптацію; адекватне правове забезпечення і нормативну базу; міжнародну співпрацю для протидії транснаціональній злочинності; підготовку кваліфікованих

кадрів, здатних працювати з новітніми технологіями та усвідомлювати етичні аспекти їх застосування. Лише за таких умов криміналістика майбутнього зможе ефективно відповідати на виклики сучасної злочинності, залишаючись при цьому сферою, зорієнтованою на захист прав і свобод кожної людини.

Список бібліографічних посилань

1. Асламов О. Застосування дронів в оперативно-розшуковій діяльності // Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття : матеріали III Міжнар. спеціаліз. наук. конф. 29 лип. 2022 р. Черкаси. МЦНД. Київ, 2024. С. 164–171.
2. Білоус В. В. Класифікація безпілотних літальних апаратів та її значення для криміналістичної практики // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. 2016. Вип. 16. С. 47–57.
3. Сушко Р. О. Проблеми впровадження систем автоматичного розпізнавання облич в Україні // Використання цифрових технологій у криміналістиці та судовій експертизі : матеріали міжнар. круглого столу. Харків, 2024. С.115–119.
4. Гончарук Г. М. Запровадження та становлення судової експертизи безпілотних літальних апаратів // Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія : юрид. науки. 2021. № 2. С. 63–70.
5. Макарова О. П. Використання комп'ютерних технологій в психолого-педагогічній діяльності // Міждисциплінарні підходи та педагогічна майстерність у підготовці здобувачів вищої освіти та підвищенні кваліфікації персоналу / Пенітенціар. акад. України. Чернігів, 2025. С. 82–85.
6. Макарова О. П. Міжнародний досвід використання експертних висновків у кримінальному судочинстві // Вісник Харківського Національного університету внутрішніх справ. 2024. № 3 (106). С. 207–218.
7. Гунько А. А. Особливості застосування безпілотного літального апарату в ході огляду місця події // Аналітично-порівняльне правознавство. 2024. № 5. С. 120–126.
8. Захарко А. В. Використання безпілотних літальних апаратів під час огляду місця події // Вісник Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ. 2024. № 1. С. 112–120.
9. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів органами та підрозділами поліції : метод. рек. / А. А. Саковський, С. М. Науменко, С. І. Кравченко та ін. Київ : Нац. акад. внутріш. справ. 2022. 72 с.
10. Sapunji Irina I., Florea Lilia N., Cataraga Olga S. Сучасні напрямки та перспективи використання інформаційних технологій в розслідуванні кримінальних правопорушень // Сучасні напрямки розвитку судової експертизи та криміналістики : Всеукр. наук-практ. конф. Одеса, 2024. С. 18–22.

УДК 623.6:[534:523.457.2]:[358.1:623.77]]

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НА МІСЦЕВОСТІ ЗАМАСКОВАНИХ ВОГНЕВИХ ПОЗИЦІЙ

Смирнов Ігор Петрович,
кандидат наук, доцент,
Харківський Національний
автомобільно-дорожній університет
Україна, м. Харків

Анотація. *У повідомленні розглядається метод визначення на місцевості географічних координат замаскованих вогневих позицій ворога за звуком пострілу. Звук пострілу чути на різній відстані в залежності від типу зброї, місцевості та погодних умов, але, в середньому, з вогнепальної зброї – до 3 км, з гармати – до 5 км, а за ідеальних умов – до 15 км. Звук поодинокого пострілу з певного виду озброєння характеризується звуковим тиском, амплітудою та частотою звукових коливань, спектральним складом, локалізацією у просторі, тембром, тривалістю дії та іншими факторами. Все це може уловлюватися чутливими мікрофонами і перенаправлятися на приймальний пристрій, де сигнал миттєво аналізуватиметься для визначення виду (типу) цього озброєння і географічних координат вогневих позицій.*

Ключові слова: *вогневі позиції, звук пострілу, координати, мікрофони, зброя, похибки, гіпербола.*

Abstract. *The article considers a method for determining the geographical coordinates of camouflaged enemy firing positions on the ground by the sound of a shot. The sound of a shot is heard at different distances depending on the type of weapon, terrain and weather conditions, but, on average, from a firearm – up to 3 km, from a cannon – up to 5 km, and under ideal conditions – up to 15 km. The sound of a single shot from a certain type of weapon is characterized by sound pressure, amplitude and frequency of sound vibrations, spectral composition, localization in space, timbre, duration of action and other factors. All this can be captured by sensitive microphones and redirected to a receiving device, where the signal will be instantly analyzed to determine the type (type) of this weapon and the geographical coordinates of the enemy firing positions.*

Keywords: *firing positions, gunshot sound, coordinates, microphones, weapons, errors, hyperbole.*

Починаючи від захоплення Криму РФ у лютому 2014 р., російсько-українська війна затягнулася на довгі роки. В умовах повномасштабного вторгнення в Україну, яке розпочалося 24 лютого 2022 р., РФ веде військові дії на території України, спричиняючи руйнування та людські

жертви, а Україна продовжує боротьбу за свою незалежність і свободу, що стало символом незламності нації.

Наразі війна в Україні перейшла у нову фазу – зараз триває позиційна боротьба на виснаження, перетворившись на снайперську та артилерійську дуель. Для більшої ефективності позиції мобільної оборони, що зайняла Україна, потрібні нові ідеї, інноваційні рішення, які здатні посилити обороноздатність країни.

Одним з таких рішень є метод миттєвого визначення на місцевості замаскованих вогневих позицій ворога, із яких ведеться обстріл. Це стосується як снайперського, так і мінометно-артилерійського ведення вогню. А також можливість корегування вогню у відповідь.

В основі такого рішення лежить можливість визначати вид озброєння та географічні координати вогневих позицій ворога за звуком пострілу. Звук пострілу чути на різній відстані в залежності від типу зброї, місцевості та погодних умов, але, в середньому, з вогнепальної зброї – до 3 км, з гармати – до 5 км, а за ідеальних умов – до 15 км [1].

Звук поодинокого пострілу з певного виду озброєння характеризується звуковим тиском, амплітудою та частотою звукових коливань, спектральним складом, локалізацією у просторі, тембром, тривалістю дії та іншими факторами. Все це може уловлюватися чутливими мікрофонами і перенаправлятися на приймальний пристрій, де сигнал миттєво аналізуватиметься для визначення виду (типу) цього озброєння і географічних координат вогневих позицій ворога.

Для визначення виду (типу) озброєння в приймальному пристрої мають бути записані еталонні зразки звуків пострілів із різного виду зброї. Порівняння звукових характеристик отриманого сигналу джерела звуку з еталонним зразком допоможе визначити вид озброєння.

Для визначення координат вогневих позицій ворога на місцевості, з яких було зроблено постріл, слід використовувати мінімум три (краще чотири-п’ять) мікрофони, які розташовані на певній відстані один від одного. Різниця відстаней від вогневої точки (джерела звуку) до конкретного мікрофона прямо пропорційна різниці часу сприйняття звуку пострілу кожним мікрофоном. Тобто, знаючи час початку впливу звуку на кожен мікрофон і швидкість поширення звукових хвиль у повітрі, ми можемо доволі точно визначити географічні координати джерела цього звуку на конкретної місцевості.

Розглянемо це на прикладі.

Маємо три мікрофони зі заздалегідь відомими координатами розташування. На рисунку 1 вони умовно позначені **A**, **B** і **C**.

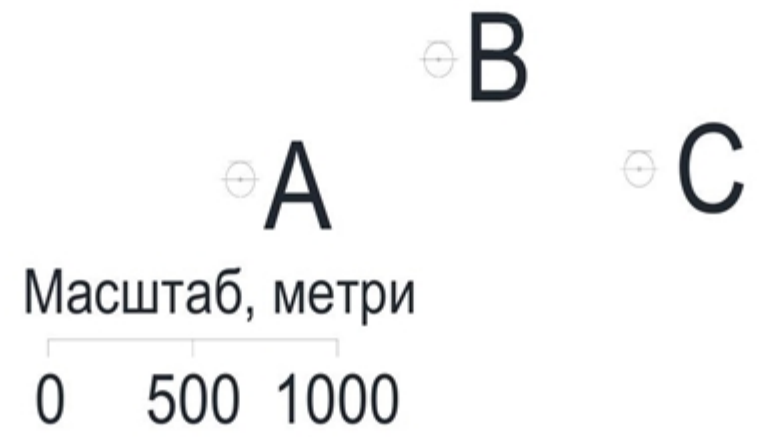

Рис. 1.

Припустимо, звук одного і того ж пострілу прийшов до них у наступній послідовності: мікрофон **B** – 0 секунд (початок відліку), мікрофон **A** – 0,45 секунд, мікрофон **C** – 1,95 секунди.

Відомо, що швидкість поширення звукових хвиль у повітрі залежить від температури. По [2] при $t = 0°C$ швидкість звуку в повітрі $v = 331$ м/с, а при $t = 20°C$ – вже $v = 343$ м/с. Кожні 10°C додають приблизно 6 м/с. Тобто, для повітря швидкість звуку можна обчислити так:

$$v = 331 + 0{,}6 \times t,$$

де t – температура °C.

Для розрахунків приймаємо температуру повітря $t = 15°C$, тоді швидкість поширення звукових хвиль $v = 331 + 0{,}6 \times 15 = 340$ м/с.

Якщо міряти час приладом із точністю 0,01 с, то похибка буде приблизно відповідати відстані 3,4 м. Будемо оперувати цією відстанню як кроком.

Розглянемо мікрофони попарно.

Для початку розглянемо пару **A** та **B** (рис. 2).

Рис. 2.

На рисунку будуємо криву лінію, кожна точка якої віддалена від мікрофона **A** на відстань, яку проходить звук на 0,45 секунди більше, ніж від мікрофона **B** (крива **ab**). Ця крива лінія є гіперболою. Гіпербола – це безліч точок, для яких модуль різниці відстаней до двох заданих точок (фокусів) є величина постійна, але не більша, ніж відстань між фокусами [3]. Так як різниця в часі фіксації звуку становить 0,45 секунди, то джерело звуку перебуває на відстані 45 кроків (або 45*3,4 = 153 м) ближче до мікрофона **B**. Тобто, джерело звуку має бути на гіперболі **ab** (рис. 2).

Далі розглянемо пару мікрофонів **B** і **C** (рис. 3).

Рис. 3.

Оскільки різниця в часі фіксації звуку становить 1,95 сек., то джерело звуку перебуває на відстані 195 кроків (чи 195*3,4 = 663 м) ближче до мікрофона **B**. Тобто, джерело звуку має бути на гіперболі **bc** (рис. 3).

При суміщенні рисунків 2 і 3 гіперболи **ab** і **bc** перетинаються в точці **D** (рис. 4).

Місце перетину і вказує на розташування джерела звуку.

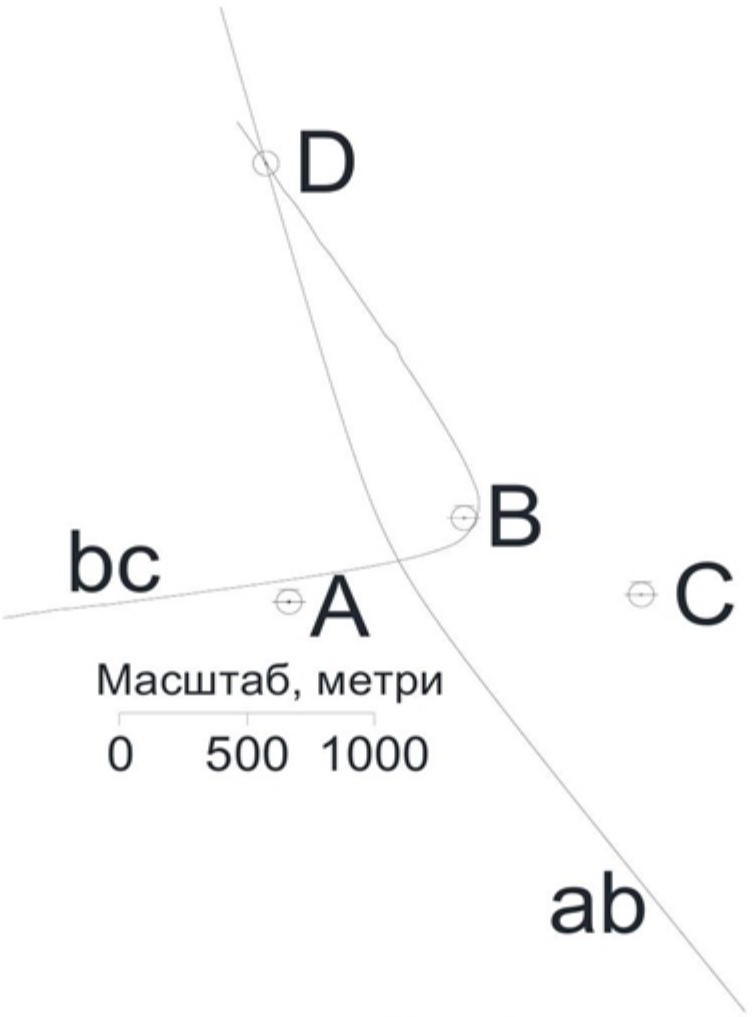

Рис. 4.

Через те що місцевість не є ідеальною площиною і можливі спотворення, такі як нерівності рельєфу, вітер та температура, які поглинають та розсіюють звук, знижуючи його чутність, обхід звуком перешкод, відображення звуку від якихось поверхонь, можливі певні похибки точного визначення координат джерела звуку. Для перевірки та уточнення координат аналогічно будуємо гіперболу **ac** (рис. 5) з урахуванням того, що відносно мікрофона **A** різниця у часі приходу сигналу до мікрофона **C** більше на 1,95 – 0,45 = 1,5 сек. або на 150 кроків (150*3,4 = 510 метрів) і далі поєднуємо рисунки 4 і 5 (рис. 6).

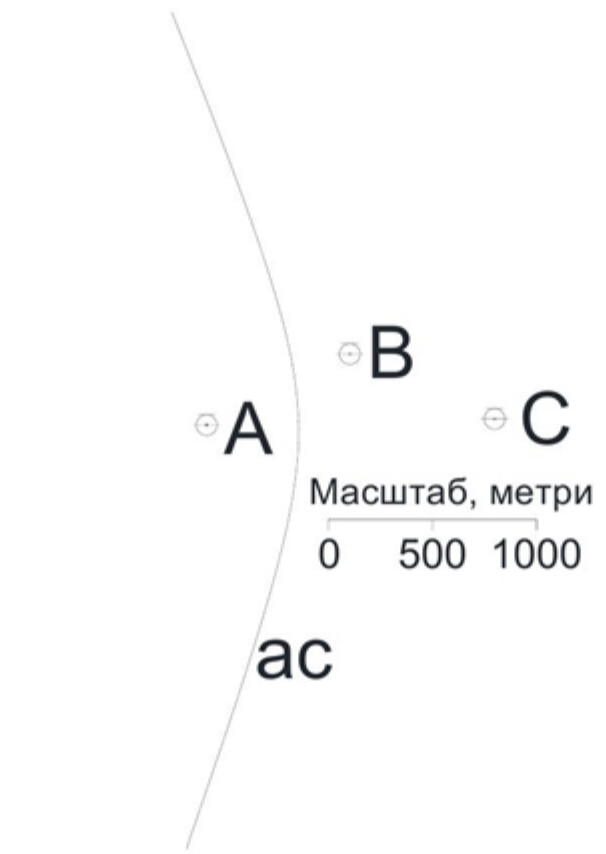

Рис. 5

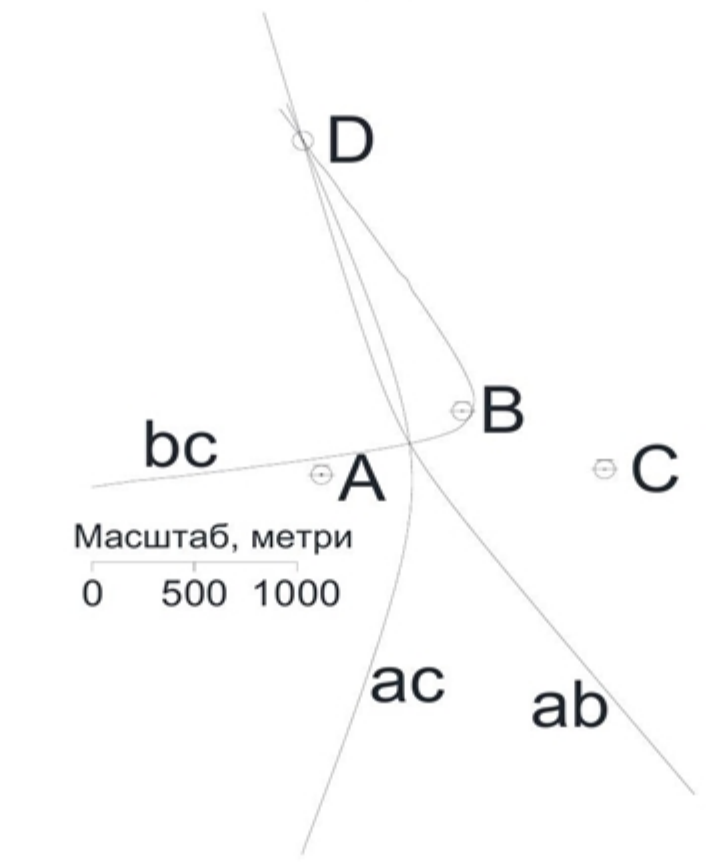

Рис. 6.

В ідеальному випадку всі три гіперболи повинні перетнутися в одній точці **D**, але через наявність різних додаткових похибок на практиці цей перетин може виглядати так, як показано на рисунку 7, тобто перетин всіх гіпербол буде в точках **D**, **E** і **F**, які знаходяться досить близько (на рисунку відстань дана в метрах).

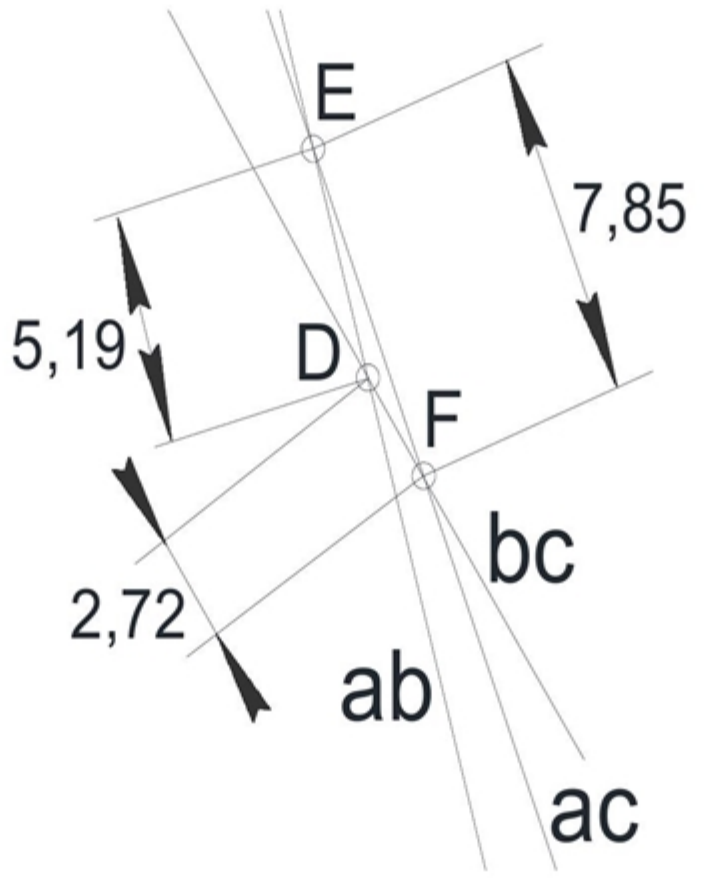

Рис. 7.

Слід додати, що похибки визначення координат джерела звуку на конкретній місцевості, які викликані нерівностями рельєфу, температурою, та іншими перешкодами, за невеликий відрізок часу є величиною постійною. Тобто, при корегуванні вогню у відповідь з визначенням на місцевості місця прильоту за звуком вибуху, похибки будуть точно такими ж, як і при визначенні замаскованих вогневих позицій ворога, що підвищує точність і результативність вогню у відповідь.

Таким чином, розташувавши мікрофони в заздалегідь відомих точках на певній відстані один від одного (рекомендується 500–1500 м) та забезпечивши їх зв'язок з приймаючим пристроєм, який, аналізуючи тиск, амплітуду та частоту звукових коливань, спектральний склад, тембр, час надходження сигналу від мікрофонів, може миттєво визначити вид (тип) цього озброєння і географічні координати вогневих позицій ворога для вжиття заходів протидії.

Список бібліографічних посилань

1 URL: https://bread.pryroda.cx.ua/ukraincyam/na-yakiy-vidstani-chuti-postril-iz-tanka.html.

2 URL: https://izum.ua/ru/vid-chogo-zalezhyt-shvydkist-poshyrennya-zvuku-vsi-faktory/.

3 URL: https://mathema.me/blog/shho-take-giperbola-v-matematiczi/.

Список використаних джерел

1. Асламов О. Застосування дронів в оперативно-розшуковій діяльності // Здобутки та досягнення прикладних та фундаментальних наук XXI століття. МЦНД. – Київ, 2024. – С. 164–171.

2. Білоус В. В. Класифікація безпілотних літальних апаратів та її значення для криміналістичної практики // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики. – 2016. – Вип. 16. – С. 47–57.

3. Сушко Р. О. Проблеми впровадження систем автоматичного розпізнавання облич в Україні // Використання цифрових технологій у криміналістиці та судовій експертизі : матеріали міжнар. круглого столу. – Харків, 2024. – С. 115–119.

4. Гончарук Г. М. Запровадження та становлення судової експертизи безпілотних літальних апаратів // Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія : юридичні науки. – 2021. – № 2. – С. 63–70.

5. Макарова О. П. Використання комп'ютерних технологій в психолого-педагогічній діяльності // Міждисциплінарні підходи та педагогічна майстерність у підготовці здобувачів вищої освіти та підвищенні кваліфікації персоналу / Пенітенціар. акад. України. – Чернігів, 2025. – С. 82–85.

6. Макарова О. П. Міжнародний досвід використання експертних висновків у кримінальному судочинстві // Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ. – 2024. – № 3 (106). – С. 207–218.

7. Гунько А. А. Особливості застосування безпілотного літального апарату в ході огляду місця події // Аналітично-порівняльне правознавство. – 2024. – № 5. – С. 120–126.

8. Захарко А. В. Використання безпілотних літальних апаратів під час огляду місця події // Вісник Дніпропетровського державного університету внутрішніх справ. – 2024. – № 1. – С. 112–120.

9. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів органами та підрозділами поліції : метод. рек. / А. А. Саковський, С. М. Науменко, С. І. Кравченко та ін. – Київ, 2022. – 72 с.

10. Sapunji Irina I., Florea Lilia N., Cataraga Olga S. Сучасні напрямки та перспективи використання інформаційних технологій в розслідуванні кримінальних правопорушень // Сучасні напрямки розвитку судової експертизи та криміналістики : Всеукр. наук-практ. конф. – Одеса, 2024. – С. 18–22.

УДК 355-051:658.56]:[623:004]](477))"364"

ОДИН ІЗ НАПРЯМКІВ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОБОРОННОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Дерев'янчук Анатолій Йосипович,
кандидат наук, професор,
Сумський державний університет;
Москаленко Денис Русланович,
аспірант, Сумський державний університет;
Супрун Володимир Олегович,
аспірант, Сумський державний університет;
Луцик Руслан Васильович,
майор в/ч А 0515
Україна, м. Суми

Анотація. *У доповіді висвітлено актуальну проблему підготовки військових фахівців у сфері контролю якості оборонної продукції в умовах війни. Розглянуто зростаючу роль артилерії та БпЛА, потребу в модернізації освітніх програм і створенні відповідної матеріально-технічної бази. Запропоновано використання 3d-моделювання та технологій доповненої реальності (ar) на прикладі додатку «quadrant», що дозволяє підвищити ефективність навчання та супроводу озброєння протягом життєвого циклу.*

Ключові слова: *артилерія, БпЛА, оборонна продукція, контроль якості, підготовка військових фахівців, 3D-моделювання, доповнена реальність, мобільний додаток QUADRANT, інноваційні технології, життєвий цикл озброєння.*

Abstract. *The report highlights the pressing issue of training military specialists in the field of defence product quality control in wartime. It examines the growing role of artillery and unmanned aerial vehicles, the need to modernise educational programmes and create an appropriate material and technical base. It proposes the use of 3d modelling and augmented reality (ar) technologies, using the example of the quadrant application, which allows for more effective training and support for weapons throughout their life cycle.*

Keywords: *artillery, UAVS, defence products, quality control, training of military specialists, 3D modelling, augmented reality, quadrant mobile application, innovative technologies, weapon life cycle.*

Зростаюча роль нового озброєння, особливо артилерії і БпЛА в сучасній війні викликає необхідність перегляду існуючих нормативних документів щодо розвитку цих видів озброєння, а також системи

підготовки відповідних спеціалістів, що контролюють якість виробництва та підготовку його до застосування.

На теперішній час зусилля фахівців в галузі виробництва і подальшого застосування оборонної продукції з метою її удосконалення поки що спрямовані за двома паралельними векторами: це спроби пристосувати накопичений досвід до нових завдань, продиктованих війною, не виходячи за межі традиційних методик.

Тому виникає нагальна потреба у вирішенні дуже складної проблеми: як здійснити якісну підготовку особового складу в скорочені терміни з метою опанування знань та методів ефективного супроводження оборонної продукції протягом життєвого циклу.

Для забезпечення названої вище проблеми необхідна відповідна навчальна матеріально-технічна база як на оборонних підприємствах, у вищих військових навчальних закладх (ВВНЗ), військових установах, так і в навчальних центрах, військових частинах (підрозділах), що дозволить максимально відобразити реальні умови використання озброєння від виробництва до бойового застосування, включаючи ремонт і утилізацію та змоделювати конструктивні процеси підготовки фахівців.

Мета й актуальність доповіді полягає у висвітленні основних напрямків застосування інформаційних технологій, що у підсумку створить комплексну систему якісної підготовки військових фахівців в галузі контролю за якістю оборонної продукції.

Попри посилену увагу до питань впровадження інноваційних технологій і методів як на оборонних підприємствах, так і в ВВНЗ, ЗВО, все ж вкрай обмежено висвітлюється тема модернізації зазначених питань в умовах воєнного стану. Це зумовлено тим, що з розвитком високих технологій на різних етапах життєвого циклу озброєння зростають вимоги до інноваційної компетентності фахівців відповідних професій.

Крім того, найбільшою проблемою, з якою сьогодні стикаються командири військових частин та підрозділів, є ризик брати до своїх підрозділів вчорашніх випускників, які не мають актуальних навичок і вмінь, необхідних у бойових умовах. Сказане стосується і мобілізованих, які пройшли підготовку в навчальних центрах. На рис. 1 наведені загальні проблеми командирів-фронтовиків і наслідки від цих проблем.

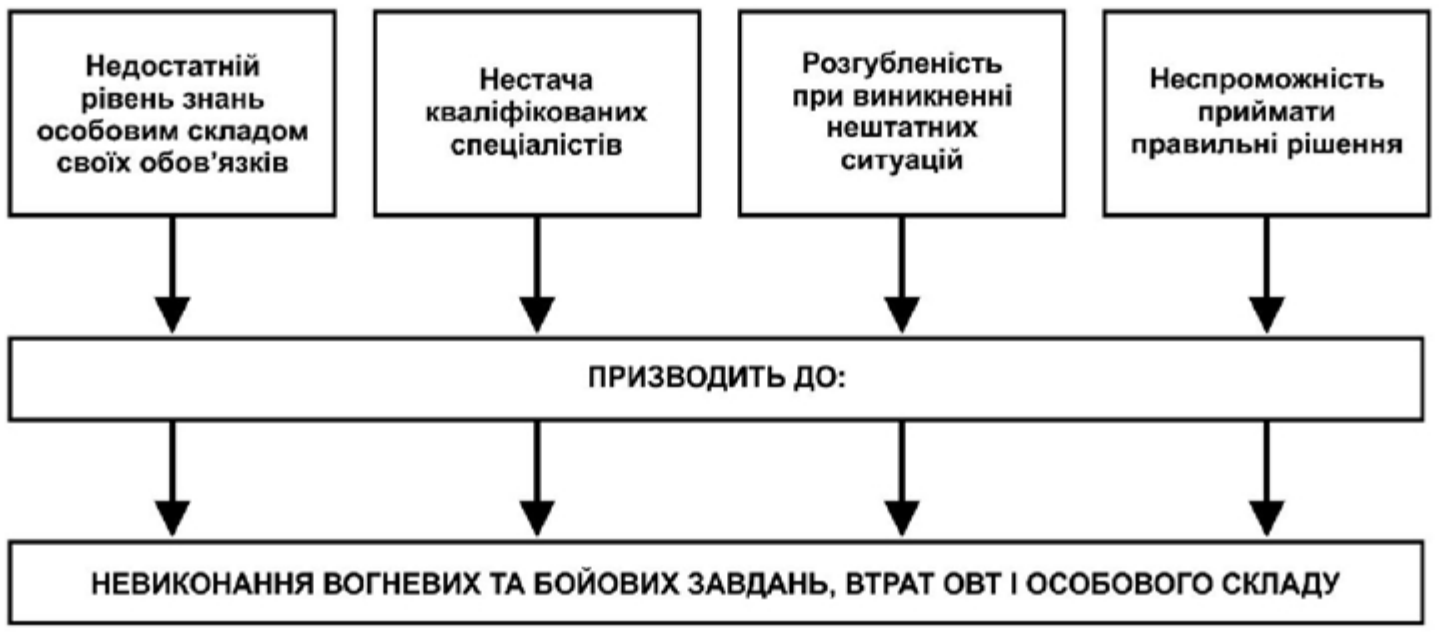

Рис. 1. Проблеми, про які повідомляють командири з фронту

До названих проблем додається ще одна – отримання озброєння та техніки від різних виробників, на жаль, не завжди з однаковими параметрами. А іноді продукція має несправності.

Спираючись на короткий аналіз викладеної проблеми, авторами пропонується використання 3D моделювання і технологій доповненої реальності (AR) як у підготовці фахівців за контролем якості оборонної продукції, так і у ремонтно-відновлювальних процесах [1].

Сутність вирішення зазначеної проблеми полягає в наступному.

Розроблений нами додаток «QUADRANT» (рис. 2) генерує покрокові інструкції для спеціаліста, який перевіряє якість продукції.

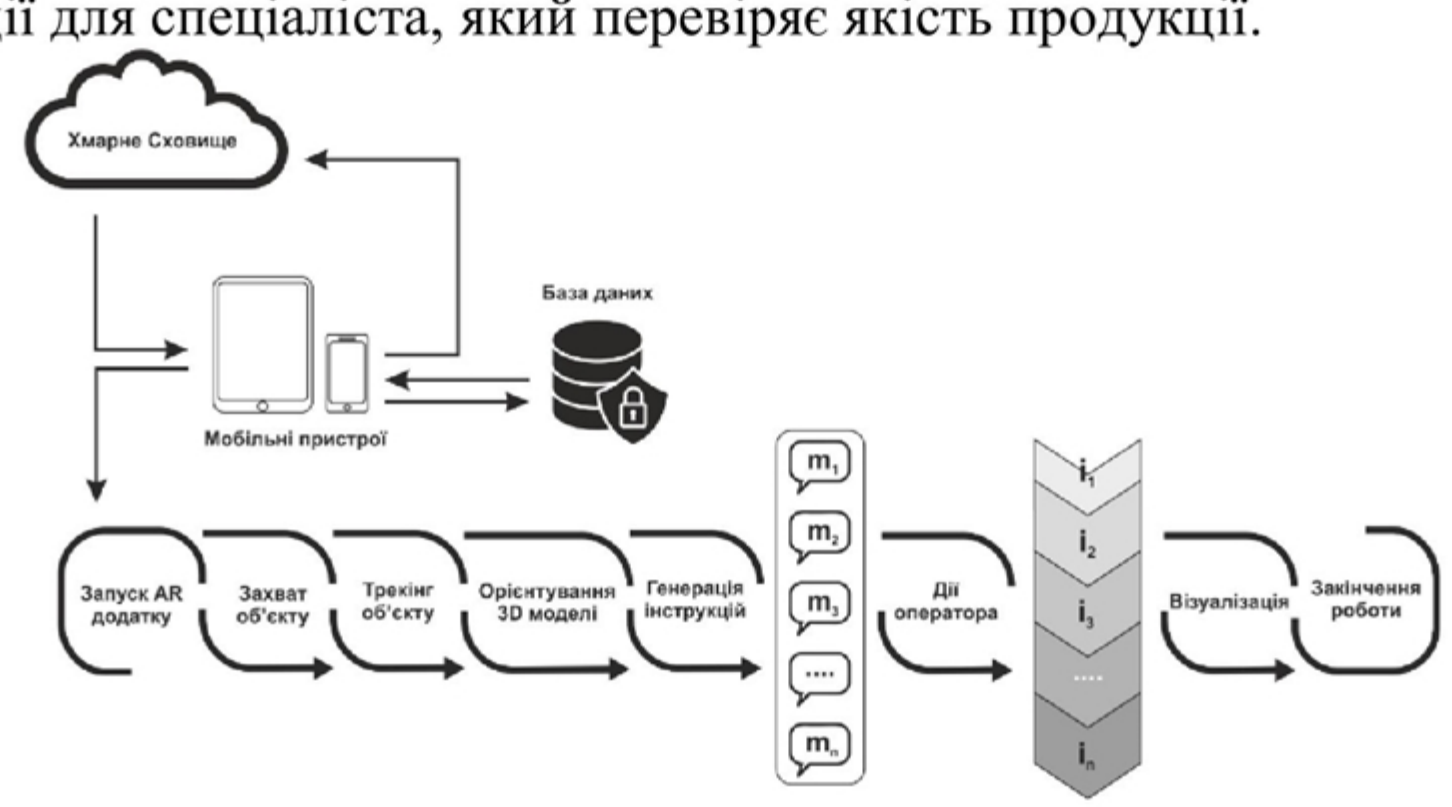

Рис. 2. Спрощена схема роботи з додатком «QUADRANT»

$m_1 \ldots m_n$ – кількість згенерованих інструкцій; $i_1 \ldots i_n$ – кількість дій, що виконує оператор.

Здобутий досвід сумісного застосування підрозділів артилерії і БпЛА у сучасній війні показав, що одними з основних технічних засобів розвідки, які забезпечують вогневі підрозділи розвідувальними даними про об'єкти (цілі) ураження і їх самого ураження стали сучасні безпілотні авіаційні комплекси. Зростаюча роль БпЛА в сучасних умовах зумовила не тільки перегляд концепцій та програм розвитку цього виду озброєння, а й змусила шукати шляхи підготовки фахівців у цій галузі. Тому в доповіді наведені окремі приклади застосування додатку «QUADRANT» під час роботи з агрегатами артилерійського озброєння і складовими БпЛА.

Рис. 3. Загальний вид гармати

Рис. 4. Загальний вид БпЛА

Найчастіше у гармат виникають несправності зі стволами та затворами, противідкотними пристроями, прицілами, зрівноважуючими механізмами, механізмами наведення, а у БпЛА – в електроніці, механіці, програмному забезпеченні, зв'язку, сенсорах та камерах. Нижче показано елементи користування додатком під час тестування накатника гармати і конектора БпЛА.

Рис. 5. Наведення і захват об'єкта камерою мобільного пристрою і його трекінг через додаток

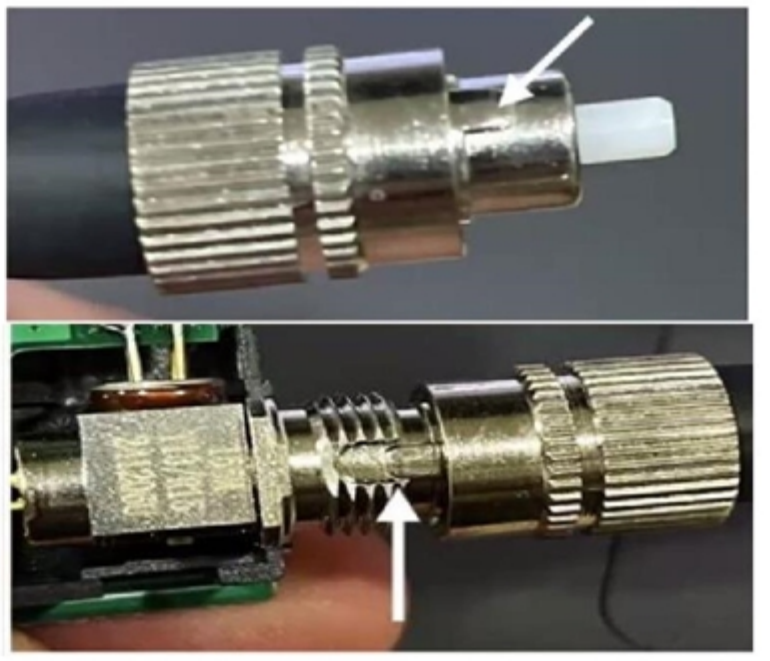

Рис. 6. Ключ FC-конектора і з'єднання відповідно до ключа

Додаток «QUADRANT» отримує кадр із камери мобільного пристрою і порівнює його із 3D моделлю відповідної деталі, з'єднання тощо, ідентифікуються і в подальшому додаток генерує покрокові інструкції для спеціаліста з визначенням можливих несправностей.

Досвід проектування 3D моделей зразків озброєння і перші кроки застосування технологій доповненої реальності сприяв розробленню спрощеної моделі підготовки спеціалістів за контролем якості оборонної продукції (рис. 7).

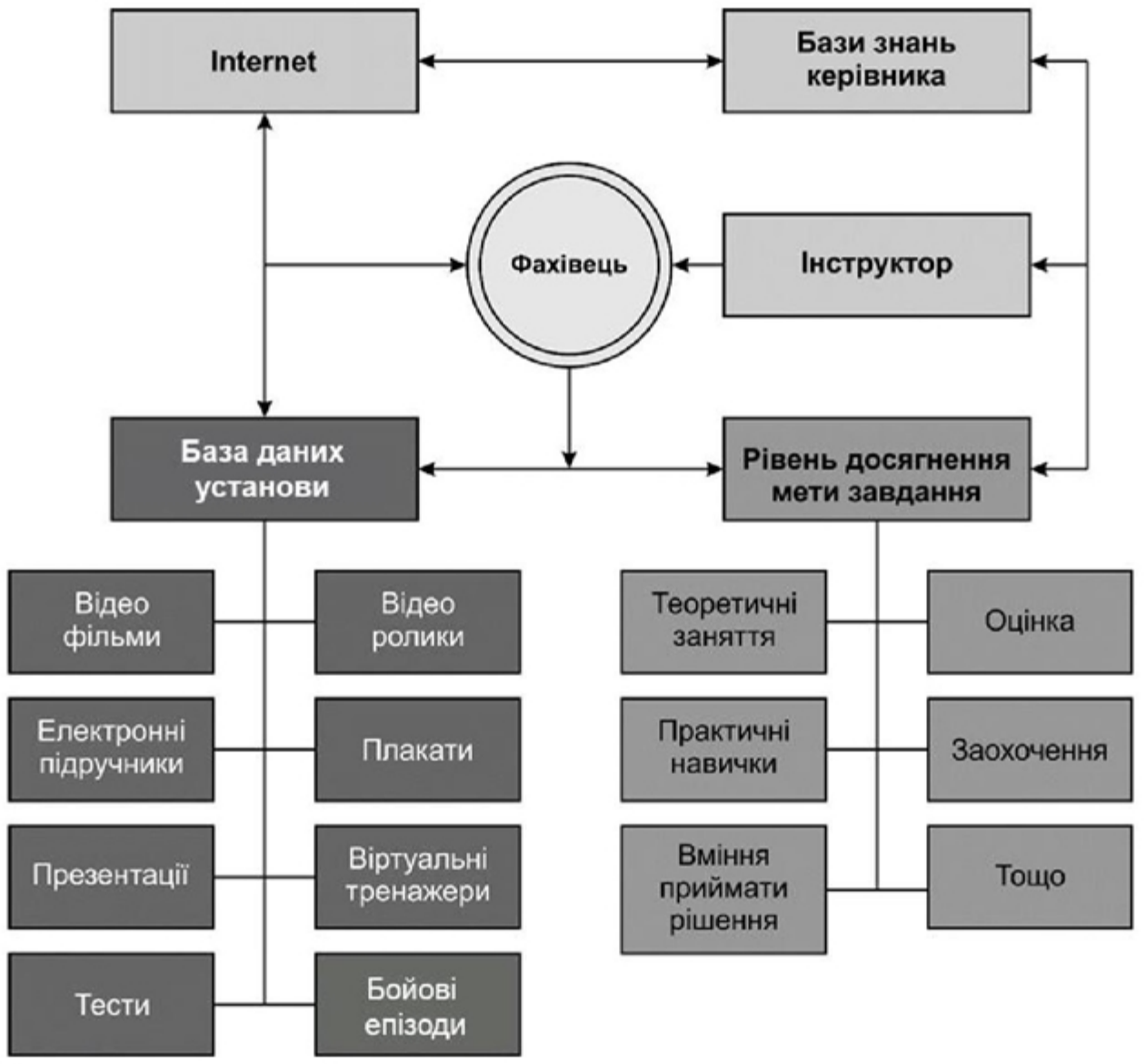

Рис. 7. Спрощена модель підготовки спеціалістів за контролем якості оборонної продукції

Спираючись на розроблену модель, підготовка спеціалістів може здійснюватися як на оборонних підприємствах, так і в інших військових установах.

Отже, викладені результати дослідження сприяють впровадженню системи підготовки спеціалістів таких пріоритетних родів військ у сучасній війні як артилерія і БпЛА.

Погляди авторів, викладені в цій доповіді, звичайно не можуть претендувати на абсолютне охоплення всіх питань прискореної і якісної

підготовки спеціалістів в умовах війни або безперечність запропонованих рішень. Переслідувалась інша мета – привернути увагу до проблеми, шукати і знайти шляхи позитивного її вирішення.

Список бібліографічих посилань

1. Підхід щодо інформаційного забезпечення ремонтно-відновлювальних робіт із зразками озброєння та військової техніки на основі технологій доповненої реальності / Д. А. Чопа та ін. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ, 2024. Т. 50, вип. 2. С. 85–95. URL: https://doi.org/10.33099/2311-7249/2024-50-2-85-95.

УДК 623.6:621.398]:355.1(477)"364"

РАЦІОНАЛЬНІ СПОСОБИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ POWER LINE COMMUNICATION У ВІЙСЬКОВИХ ПІДРОЗДІЛАХ

Лазута Роман Романович,
молодший науковий співробітник
Науково-дослідного центру
Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»;
Бичковська Олександра Василівна,
молодший науковий співробітник
науково-дослідної спеціальної лабораторії № 2
Науково-дослідного центру
Інституту спеціального зв'язку та захисту інформації
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ

Анотація. *У ході дослідження розглядається можливість та ефективність використання технології Power Line Communication (PLC) для потреб військових підрозділів. Розглядаються основні переваги PLC, такі, як відсутність необхідності прокладання додаткових кабелів, висока стійкість до електромагнітних перешкод та можливість організації зв'язку в умовах обмеженої інфраструктури. Аналізуються*

потенційні сценарії застосування, включаючи організацію захищеного зв'язку на стаціонарних об'єктах, внутрішньооб'єктове відеоспостереження та передачу даних від сенсорів. Окрему увагу приділено заходам із забезпечення безпеки та конфіденційності переданої інформації в умовах військових операцій. На основі проведеного аналізу робиться висновок про перспективність застосування технології PLC у військових підрозділах для підвищення ефективності та надійності зв'язку.

Ключові слова: *Power Line Communication, військовий зв'язок, захист інформації, військові підрозділи, стійкість до перешкод, електромагнітна сумісність.*

Abstract. *The study examines the possibility and effectiveness of using Power Line Communication (PLC) technology for the needs of military units. The main advantages of PLC are considered, such as the elimination of the need to lay additional cables, high resistance to electromagnetic interference and the ability to organize communication in conditions of limited infrastructure. Potential application scenarios are analyzed, including the organization of secure communications at stationary facilities, on-site video surveillance, and sensor data transmission. Particular attention is paid to measures to ensure the security and confidentiality of transmitted information in military operations. Based on the analysis, it is concluded that the use of PLC technology in military units is promising to increase the efficiency and reliability of communication.*

Keywords: *Power Line Communication, military communications, information security, military units, interference resistance, electromagnetic compatibility.*

Технологія Power Line Communication (PLC) дозволяє передавати дані через існуючі лінії електропередачі, що робить її потенційно корисною для військових підрозділів, особливо в умовах обмеженої інфраструктури. PLC належить до категорії «остання миля» та базується на частотному поділі сигналу, де високошвидкісний потік даних розбивається на кілька низькошвидкісних потоків, кожен із яких передається на окремій частоті з подальшим їх об'єднанням. У військових умовах PLC може бути альтернативою традиційним системам зв'язку, таким, як радіозв'язок, оптоволоконні мережі, супутниковий зв'язок чи бездротові мережі (Wi-Fi, IEEE 802.11n/ac/ax). Нижче наведено порівняльну характеристику PLC з іншими системами за ключовими параметрами.

Загальна характеристика технології Power Line Communication

PLC використовує електричні мережі для передачі даних, застосовуючи частотний поділ сигналу. Високошвидкісний потік даних розбивається на кілька низькошвидкісних потоків, кожен з яких передається на окремій частоті, а потім об'єднується в один сигнал.

Основні характеристики PLC:

– сучасні PLC-системи забезпечують швидкість до 200 Мбіт/с (HomePlug AV) або до 1 Гбіт/с (G.hn), хоча їх реальна пропускна здатність залежить від якості електромережі та наявності перешкод;

– ефективна передача даних можлива на відстань до 300–500 м без додаткових підсилювачів.

Переваги PLC:

– використання існуючої інфраструктури електромереж, що зменшує витрати на розгортання;

– стійкість до радіоперешкод у порівнянні з бездротовими системами;

– простота інтеграції в польових умовах, де є доступ до електромереж.

Недоліки PLC:

– залежність від якості електромережі (шум від електроприладів, таких, як імпульсні блоки живлення, що може знижувати якість зв’язку);

– обмежена дальність у порівнянні з іншими технологіями;

– потенційні перешкоди для радіообладнання на коротких і середніх хвилях на відстані 3–5 м від модему;

– неможливість використання в польових умовах без електромережі.

Порівняння з іншими системами зв’язку

Радіозв’язок є основною технологією для військових підрозділів завдяки своїй мобільності та незалежності від фізичної інфраструктури. Пропускна здатність зазвичай від 1,2 Кбіт/с до 100 Мбіт/с (для сучасних широкосмугових радіосистем). PLC значно перевищує швидкість традиційного радіозв’язку, але поступається спеціалізованим широкосмуговим системам. Дальність залежить від потужності передавача та умов місцевості (від кількох кілометрів до десятків кілометрів). PLC обмежена довжиною електромережі.

Переваги радіозв’язку:

– висока мобільність і можливість роботи в умовах відсутності електромереж;

– широке покриття, особливо для тактичного зв’язку.

Недоліки радіозв’язку:

– вразливість до радіоперешкод і глушіння;

– необхідність прямої видимості для деяких типів зв’язку (наприклад, радіорелейного);

– обмежена пропускна здатність для передачі великих обсягів даних.

На відміну від мобільності радіозв’язку, PLC переважає в стійкості до радіоперешкод, оскільки використовує існуючу електромережу, що усуває потребу в додаткових антенах чи лініях зв’язку.

Оптоволоконні мережі використовуються для високошвидкісної передачі даних у військових мережах, особливо для магістральних каналів. Пропускна здатність до 10 Гбіт/с і більше, що значно перевищує можливості PLC (наприклад, сучасні системи на основі GPON). Дальність до 100 км без підсилення.

Переваги оптоволоконних мереж:

– висока швидкість і низька затримка;
– стійкість до електромагнітних перешкод;
– висока безпека даних.

Недоліки оптоволоконних мереж:

– висока вартість розгортання та потреба в прокладанні кабелів;
– складність встановлення в польових умовах.

Хоча оптоволокно значно перевершує PLC за швидкістю та дальністю, PLC є більш економічною та швидкою у розгортанні в умовах, де вже є електромережа.

Супутниковий зв’язок використовується для зв’язку на великих відстанях, особливо у віддалених районах. Пропускна здатність від 64 Кбіт/с до 100 Мбіт/с (залежить від обладнання, наприклад, VSAT). Дальність – глобальне покриття.

Переваги супутникового зв’язку:

– незалежність від наземної інфраструктури;
– можливість зв’язку в будь-яких умовах.

Недоліки супутникового зв’язку:

– висока затримка (200–600 мс для геостаціонарних супутників);
– висока вартість обладнання та каналу зв’язку;
– вразливість до погодних умов.

Супутниковий зв’язок незамінний для віддалених районів, тоді як PLC ефективніша в локальних мережах із наявною електро-інфраструктурою.

Бездротові мережі (Wi-Fi, IEEE 802.11n/ac/ax) використовуються для локальних мереж у командних пунктах або тимчасових базах. Пропускна здатність до 600 Мбіт/с (802.11n) або до 9,6 Гбіт/с (802.11ax). Дальність до 100 м у приміщенні, до 300 м на відкритій місцевості.

Переваги бездротової мережі:

– простота розгортання та масштабування;

– висока швидкість у межах локальної мережі.

Недоліки бездротової мережі:

– вразливість до перешкод від стін, металевих конструкцій і радіоелектронних засобів;

– обмежена дальність без підсилювачів.

Wi-Fi надає більшу гнучкість для бездротового доступу, тоді як PLC менш чутлива до фізичних перешкод та не потребує додаткового обладнання для бездротової передачі.

Використання PLC у військових підрозділах

PLC може бути ефективною в таких сценаріях:

– для швидкого розгортання зв’язку в тимчасових командних пунктах без прокладання кабелів можна використовувати технологію PLC, яка дозволяє передавати дані через наявну електромережу будівлі;

– координація систем бронетехніки та командно-штабних машин здійснюється шляхом передачі даних через їх бортові електромережі, що забезпечує швидкий та надійний обмін інформацією;

– для стаціонарних баз з обмеженою інфраструктурою технологія PLC може доповнювати радіо- та оптоволоконні мережі, забезпечуючи резервний канал зв’язку;

– для захисту PLC-мереж використовуються сучасні криптографічні методи шифрування, що відповідають стандартам НАТО для забезпечення безпеки зв’язку.

Порівняння характеристик PLC з іншими системами зв’язку за ключовими параметрами наведено у таблиці 1.

Таблиця 1.

Порівняння характеристик PLC з іншими системами зв'язку за ключовими параметрами

Техно-логія	Пропускна здатність	Дальність	Переваги	Недоліки
Power Line Commu-nication	до 1 Гбіт/с	300–500 м	Використання електромереж, стійкість до радіоперешкод	Вразливість до електромаг-нітних перешкод, обмежена дальність
Радіо-зв'язок	до 100 Мбіт/с	Кілька км	Мобільність, широке покриття	Вразливість до глушіння, низька пропускна здатність
Опто-волокно	до 10 Гбіт/с	до 100 км	Висока швидкість, стійкість до перешкод	Висока вартість, складність розгортання
Супут-никовий зв'язок	до 100 Мбіт/с	Глобальна	Універсальність, незалежність від інфраструктури	Висока затримка, вартість
Wi-Fi (802.11 n/ac/ax)	до 9,6 Гбіт/с	до 300 м	Простота розгортання, висока швидкість	Вразливість до перешкод, обмежена дальність

Таким чином, технологія PLC має унікальні переваги для військових підрозділів, зокрема в умовах, де є доступ до електромереж, а розгортання інших систем ускладнене. PLC поступається оптоволоконним мережам і Wi-Fi за швидкістю, але переважає за простотою інтеграції та стійкістю до радіоперешкод. У порівнянні з радіо- та супутниковим зв'язком PLC є менш мобільною, але економічною альтернативою для локальних мереж.

Для максимальної ефективності PLC рекомендується використовувати як доповнення до інших систем у гібридних мережах, що відповідає сучасним тенденціям розвитку зв’язку в ЗСУ, спрямованих на створення єдиного інформаційного простору C4ISR.

Список використаних джерел

1. Гнатів Б., Ковальчук А. Технології Power Line Communication: принципи роботи та перспективи використання // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2020. – № 927. – С. 45–52.

2. Кузнєцов О. П., Сидоренко В. Г. Сучасні системи зв’язку в Збройних Силах України: аналіз та перспективи // Журнал військових технологій. – 2019. – № 15 (2). – С. 112–120.

3. NATO Standardization Agency. (2015). Profile for HF Radio Data Communications. NATO STANAG 5066.

4. Павловський В. В. Застосування технологій широкосмугового доступу в системах військового зв’язку // Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації. – 2021. – № 10 (1). – С. 78–85.

5. Шаповал М. І., Литвин С. О. Інтеграція PLC-технологій у системи зв’язку тактичної ланки // Зв’язок. – 2022. – № 28 (4). – С. 33–39.

6. ETSI TR 102 259:2003. Powerline Telecommunications (PLT); EMI and Compatibility Issues. – Sophia Antipolis : European Telecommunications Standards Institute, 2003. – 42 p.

УДК 330.131.7:[623:355.1(477)]]:355.48(477:470))"2022/…"

МЕТОД КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В ПЕРІОД ПОВНОМАСШТАБНОЇ ВІЙНИ

Сащук Святослав Іванович,
начальник науково-дослідної лабораторії,
Центральний науково-дослідний інститут озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
Україна, м. Харків;
Зінченко Михайло Олександрович,
начальник науково-дослідного управління,
Військовий інститут телекомунікацій
та інформатизації імені Героїв Крут
Україна, м. Київ

Анотація. *В роботі розглядається питання щодо створення та впровадження методології управління державною цільовою оборонною програмою розвитку озброєння та військової техніки. Розглянуті шляхи вирішення питань щодо зниження рівня ризиків, підвищення реалізованості, мінімізації строків і витрат при формуванні державної цільової оборонної програми розвитку озброєння та військової техніки. Розглянуто і запропоновано інноваційну методологію, підходи, методики, методи, моделі та інформаційні технології, які не мають аналогів у галузі управління проєктами зі створення сучасної військової техніки.*

Ключові слова: *системна методологія, науково-методичний апарат, показники ризиків, ефективність системи.*

Abstract. *The paper considers the issue of creating and implementing a methodology for managing the state target defense program for the development of weapons and military equipment. Ways to address issues related to reducing the level of risks, increasing feasibility, minimizing deadlines and costs in the formation of a state target defense program for the development of weapons and military equipment are considered. An innovative methodology, approaches, techniques, methods, models and information technologies that have no analogues in the field of project management for the creation of modern military equipment have been considered and proposed.*

Keywords: *system methodology, scientific and methodological apparatus, risk indicators, system efficiency.*

Державні програми розвитку Збройних Сил України та інших військових формувань – програми, що розробляються центральними органами **виконавчої влади,** які здійснюють керівництво військовими формуваннями, з метою визначення перспективних цілей, завдань та практичних заходів організаційно-технічного і соціально-економічного характеру щодо розвитку відповідних військових формувань, з урахуванням визначених строків планування та основних орієнтовних показників забезпечення **матеріальними, фінансовими** і **людськими** ресурсами у сфері оборони. Державні програми можуть включати декілька цільових програм.

Питання щодо створення та впровадження методології управління державною цільовою оборонною програмою розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ) є особливо актуальним в умовах бурхливого розвитку сучасного світу, в якому зростає напруженість та посилюється значимість факторів різних загроз, і особливо, в період ведення бойових дій.

Наукова значимість цього питання пов’язана зі створенням принципово нового науково обґрунтованого підходу до формування державної цільової оборонної програми розвитку ОВТ. Практична цінність повідомлення полягає у вирішенні питань зниження рівня ризиків, підвищення реалізованості, мінімізації строків і витрат при формуванні державної цільової оборонної програми розвитку ОВТ. Розглянуто і запропоновано методологію, підходи, методики, методи, моделі та інформаційні технології, які не мають аналогів в галузі управління проєктами зі створення сучасної військової техніки.

Використання розробленої системної методології та науково-методичного апарату формування державної цільової оборонної програми розвитку ОВТ, розроблення проєктів з розробки зразків ОВТ та управління цими процесами дозволить здійснити науково-технічне супроводження дослідно-конструкторських робіт зі створення нових і модернізованих зразків ОВТ та забезпечити їх прийняття на озброєння Збройних Сил України.

Досвід реалізації програм розвитку зразків ОВТ (рис. 1–4) дозволяє зробити висновок про необхідність створення системи оцінки ризиків ще на етапі обґрунтування і формування програми, яка би враховувала і можливість недофінансування.

Рис. 1–4. Зразки військової техніки й озброєння Збройних Сил України

Показниками ризиків реалізації Програми можуть виступати вірогідність зриву виконання Програми, тобто нанесення фінансового збитку замовнику, та математичне очікування обсягу фінансових засобів замовника, витрачених безрезультатно на оплату робіт Програми через їх можливий зрив (неотримання заданих результатів проєктування) [1; 2; 3].

При припущенні, що усі роботи, що включені до плану, виконуються та фінансуються незалежно одна від одної, для визначення вказаних показників достатньо провести їх звіряння по кожній з робіт Програми:

$$p_{ср}^{пл} = \frac{1}{-} \prod_{L=1}^{r} \prod_{i=1}^{n} p_{Li}, \qquad (1)$$

$$M_y^{\text{нпл}} = \sum_{L=1}^{r} M_{yL} / Q^{\text{пл}}, \qquad (2)$$

де: L – індекс робіт, що включені до Програми *(L = 1, ..., r);*
$Q^{пл}$ – вартість робіт, що включені до Програми p_{Li},
M_{yL} – визначається для кожної L-ї роботи Програми (проєкту)

Проте такий підхід до оцінки ризиків реалізації Програми не дає відповіді на запитання про те, як зміниться ефективність системи озброєння при наявності ризиків. Крім того, на етапі обґрунтування Програми достатньо складно визначити значення вірогідностей виконання кожної з робіт в умовах впливу зовнішніх факторів ризику фінансово-економічного характеру. Як правило, при цьому відомі лише залежності «ефективність – вартість» для кожного завдання, що вирішується, де під ефективністю розуміється рівень рішення завдань [4]. Тому можливість недофінансування Програми можна однозначно пов'язати з втратами в ефективності рішення завдання.

У зв'язку з цим пропонується метод оцінки ризиків, при якому в якості показника збитку W використовується величина, зворотна рівню рішення завдань, тобто ступінь зниження рівня завдань, що вирішуються системою озброєння.

Оскільки значення рівня рішення завдань часто оцінюється різними показниками, нерівнозначними по виду, то доцільно ввести поняття «приведений збиток», який розраховується шляхом відповідності одиниць збитків для усіх завдань до базової одиниці для вибраного одного із завдань (у подальшому, для спрощення викладення будемо оперувати лише поняттям «збиток», припускаючи під ним «приведений збиток»).

З урахуванням сказаного математичне очікування збитку $M_f^{фе}[W]$, пов'язаного з причинами фінансово-економічного характеру, при різних рівнях фінансування варіанту Програми можна визначити з виразу:

$$M_f^{фе}[W] = \sum_m \sum_k P_m V_k W_{mkf}, \qquad (3)$$

де: m – m-й рівень фактичного фінансування Програми;
k – номер варіанту розподілу засобів, що виділяються, в межах m-го рівня фінансування;
P_m – вірогідність (частота) виникнення m-го рівня фінансування;
V_k – вірогідність реалізації k-го варіанту розподілу засобів, що виділяються, в межах m-го рівня фінансування;
W_{mkf} – збиток при рішенні f-го завдання в умовах прийняття k-го варіанту розподілу засобів, що виділяються, в межах m-го рівня фінансування.

Математичне очікування збитку $M_f^{нт(пт)}$ $[W]$, що обумовлене причинами науково-технічного та виробниче-технологічного характеру, визначається за формулою:

$$M_f^{нт(пт)}[W] = \sum_L \left(\sum_i 1 - p_{Li}^{нт(пт)} \right) W_{Lf}, \qquad (4)$$

де: W_{Lf} – збиток при рішенні f-го завдання від зриву виконання L-й роботи Програми.

Для варіанта Програми в цілому (f – число завдань, що вирішуються) при умові незалежності видів ризику, що розглядаються, можна записати:

$$M[W] = \left(\sum_f W_f^{фе} + W_f^{нт} + W_f^{пт} \right) / f, \qquad (5)$$

Кількісні показники збитку визначаються або з допомогою методів експертних оцінок вкладу L-й роботи в рішення завдання або шляхом математичного моделювання бойових дій.

Вірогідність реалізації різних варіантів розподілу засобів при кожному можливому рівні фінансування Програми (V_k) оцінюється або

експертним шляхом, відповідно до цільових програмних установок, або за допомогою передісторії [5; 6].

Вірогідність же виникнення того чи іншого рівня фінансування Програми від запланованих програмних показників при ряді припущень оцінюється через частоту його виникнення (P_m) у попередній період T, що аналізувався. Ці припущення зводяться до наступного:

– макроекономічне середовище, в якому здійснюється бюджетне фінансування, за період T, приймається незмінним, що дозволяє закон розподілу випадкової величини – частки фінансування Програми по роках – вважати однаковим;

– випадкові обставини, що приводять до перерозподілу фінансових ресурсів між статтями оборонного бюджету (надзвичайні ситуації, озброєні конфлікти), не розглядаються.

На початковому етапі усі ретроспективні дані, що стосуються фінансування Програми у різні роки (t_0, …, t_m) представляються у вигляді простої статистичної сукупності (таблиця 3).

Таблиця 3.

Форма вихідних даних для побудови простої статистичної сукупності

Ретроспективний період (T)	t_0	t_0	…	t_{n-1}	t_n
Частка щорічного фінансового забезпечення Програми по відношенню до програмних показників, % (X)	X_0	X_1	…	X_{n-1}	X_n

Це передусім – частка щорічного фінансового забезпечення по відношенню до програмних показників на часовому інтервалі, що є випадковою величиною X. Конкретне її значення залежить від цілого ряду випадкових факторів, таких як: непередбачуваний розвиток економічної ситуації в країні, зрив наповнення бюджетних показників, лобіювання різних статей бюджету і т. і.

Увесь діапазон значень часток фінансування, що спостерігаються, необхідно поділити на інтервали чи «розряди» Δx та підрахувати кількість значень m_m, що припадає на кожний m-й розряд (таблиця 4).

Таблиця 4.

Порядок визначення частоти виникнення *m*-го рівня фінансування

№ розряду	1	2	…	*m*	…	*L – 1*	*L*
Розряди ($\Delta\ X$)	x_1, x_2	x_2, x_3	…	x_m, x_{m+1}	…	x_{L-1}, x_L	x_L, x_{L+1}
Число потраплянь у $\Delta\ X$ (m_k)	m_1	m_2	…	m_m	…	m_{L-1}	m_L
Частота (p_m)	P_1	P_2	…	P_m	…	P_{L-1}	P_L

Інтервалом $\Delta\ X$ назвемо рівні фінансування, що дорівнюють ± £ (%) від відповідного базового значення (рис. 1).

Величина £ вибирається, виходячи зі ступеня впливу рівня фінансування на стан системи озброєння. Із досвіду програмного планування можна прийняти £ = 5%.

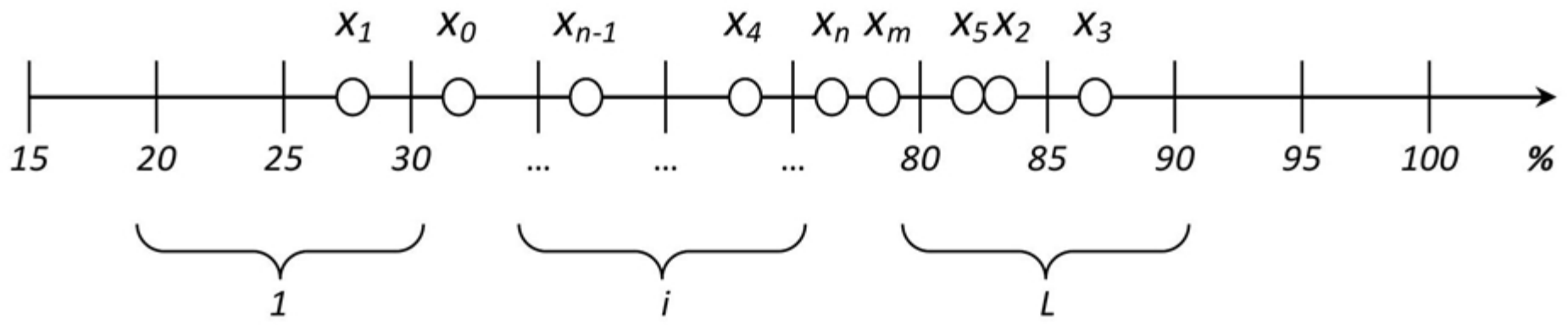

Рис. 5. Інтервальні оцінки рівня фінансування Програми

В якості базових значень можна прийняти значення, що дорівнюють 25%, 35%, …, 95%. Поділивши m_m на загальне число спостережень *n*, отримаємо частоту, що відповідає даному «розряду»:

$$P_m = m_m / n.$$

Очевидно, що сума частот усіх розрядів дорівнює одиниці.

Для кожного із сполучень V_k та P_m по відомим залежностям «ефективність – вартість» знаходиться величина збитку W_{mkf} та його математичне очікування $W_f^{фе}[W]$.

Таким чином, для кожного можливого відхилення реального фінансування Програми від запланованих програмних показників можна отримати значення фінансово-економічного ризику.

Висновки. Головними тенденціями, що впливають на воєнно-політичну обстановку навколо України, є інтенсивна модернізація збройних сил сусідніх держав, активізація розробок ОВТ нового покоління з принципово новими можливостями вогневого ураження і управління. Але при цьому існують ризики реалізації Державних цільових оборонних програм розвитку ОВТ. Використання методів оцінювання ризиків і управління ними дозволить досягти значних результатів реалізації проектів у створенні зразків ОВТ у цілому в умовах невизначеності. Цей накопичений досвід доцільно узагальнити і враховувати у вітчизняній практиці воєнно-економічного обґрунтування і реалізації ДОЗ з вибором адекватних об'єктивних умов моделі управління ризиками та умовами функціонування фінансового контролю за ефективним (по цільовому призначенню) використанням виділених ресурсів.

Метод, що пропонується, дозволяє комплексно оцінити ризик реалізації Державних цільових оборонних програм розвитку ОВТ на етапі їх обґрунтування за різними показниками: величині вірогідного зриву, математичному очікуванню безрезультатно витрачених фінансових засобів чи математичному очікуванню ступеня зниження рівня завдань, що вирішуються системою.

Список бібліографічних посилань

1. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання : навч. посіб. Київ : Центр навч. літ., 2006. 312 с.

2. Івченко І. Ю. Економічні ризики : навч. посіб. Київ : Центр навч. літ., 2004. 304 с.

3. Методические основы системных исследований и решения проблем технического оснащения вооруженных сил государства : монография в двух кн. Кн. 2 / Б. А. Демидов, О. П. Коростылев, С. Н. Остапенко и др.; под ред. Б. А. Демидова и О. П. Коростылева. Київ : Стилос, 2016. 640 с.

4. Демидов Б. А., Науменко М. В., Хмелевская О. А. Методический подход к оцениванию риска модернизации образцов вооружения и военной техники в условиях нестахостической неопределённости // Радіоелектронні і компьютерні системи. 2009. № 3 (37). С. 127–135.

5. Економічний ризик: методи оцінки та управління : навч. посіб. / [Т. А. Васильєва, С. В. Лєонов, Я. М. Кривич та ін.] ; під заг. ред. Т. А. Васильєвої, Я. М. Кривич. Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2015. 208 с.

6. Балджи М. Д. Економічний ризик та методи його вимірювання : навч. посіб. Харків : Промарт, 2015. 300 с.

РОЗДІЛ 3.
МЕДИЦИНА, ЕКОЛОГІЯ ТА ВІДБУДОВА КРАЇНИ

УДК: 616-001.4-089.8-72:615.472:537.6]:001.895

ІННОВАЦІЙНИЙ МАГНІТНИЙ ІНСТРУМЕНТ У ХІРУРГІЇ: РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ

Голданська Анна Вадимівна,
керівник служби інтелектуальної власності,
Харківський національний медичний університет;
Макаров Віталій Володимирович,
доктор наук, професор,
завідувач кафедри хірургії № 4,
Харківський національний медичний університет;
Негодуйко Володимир Володимирович,
доктор наук, професор кафедри хірургії № 4,
Харківський національний медичний університет
Україна, м. Харків

Анотація. *У роботі представлено результати розробки та впровадження магнітного хірургічного інструментарію для видалення сторонніх тіл вогнепального походження. Показано його ефективність при застосуванні.*

Ключові слова: *хірургія, магнітний інструмент, осколкові поранення, травми, термічні травми, сторонні тіла вогнепального походження, видалення сторонніх тіл, медична допомога.*

Abstract. *The paper presents the results of the development and implementation of magnetic surgical instruments for removing foreign bodies of firearm origin. Its effectiveness in use is demonstrated.*

Keywords: *surgery, magnetic instrument, shrapnel wounds, injuries, thermal injuries, foreign bodies of firearm origin, removal of foreign bodies, medical care.*

Актуальність використання магнітного інструментарію у хірургії обумовлена збільшенням кількості постраждалих, які отримали вогнепальні та вибухові поранення. За нашими даними вогнепальні осколкові поранення складають 29%, вогнепальні кульові поранення 2,5%, травми (вибухові та закриті) 65%, термічні травми 3,5% випадків.

З 2014 року по теперішній час було розроблено та впроваджено велику кількість хірургічного магнітного інструментарію з насадками, які ввійшли у три набори, що дозволяє видаляти за показами різні сторонні тіла будь якої локалізації. Склад наборів хірургічного магнітного інструменту в динаміці змінювався в залежності від появи нового інструменту та можливостей матеріальної бази. Кожний розроблений інструмент та пристрій пройшов шлях від проєктування, експериментів, доопрацювання, багатьох експертиз, дозволів до впровадження в хірургічну практику, що вплинуло на якість та безпеку надання медичної допомоги.

Частота застосування інструментів набору магнітного хірургічного малого – 61,3%, великого – 26,4%, ендоскопічного – 12,3%.

Переваги застосування магнітного інструменту.

Доведено, що застосування запропонованого сучасного магнітного хірургічного інструменту для діагностики та видалення сторонніх тіл вогнепального походження безпечно та приводить до збільшення кількості видалених сторонніх тіл, зменшення часу оперативного втручання, мінімізації додаткових ушкоджень тканин, зменшення кількості повторних оперативних втручань, зменшення ліжко-доби, зниження больового синдрому, зменшення кількості ускладнень, покращення результатів лікування.

Під час оперативних втручань з приводу вогнепальних поранень завжди використовують магнітний хірургічний інструмент. Застосування магнітного інструмента з інструментальним, апаратним та комбінованим контролем збільшує можливості видалення сторонніх тіл. Розподіл інструментів за обсягом надання медичної допомоги збільшує ефективність надання медичної допомоги.

За цією тематикою авторами опубліковані методичні рекомендації, монографії, статті, отримані патенти (понад 50 патентів на корисні моделі). Актуальність результатів використання магнітного інструментарію в хірургії представлена в добірці патентів на корисні моделі, що отримані Харківським національним медичним університетом за період 2024–2025 рр.:

2024 рік:

– пат. № 155035. Інструмент хірургічний магнітний для торако- та лапароскопічних оперативних втручань зі змінною конфігурацією провідника для видалення феромагнітних сторонніх тіл;

– пат. № 155494 Пристрій для зміни положення та безпечного видалення феромагнітного стороннього тіла;

– пат. № 155979 Пристрій хірургічний магнітний з пам’яттю форми для видалення феромагнітних сторонніх тіл з магістральних судин;

– пат. № 156361 Магнітна навігаційна система для відновлення цільності уретри при її ушкодженні;

– пат. № 156469 Інструмент ендоскопічний магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл з плевральної або черевної порожнини зі зміною кута нахилу робочої частини;

– пат. № 156941 Інструмент магнітний для видалення феромагнітних сторонніх тіл при артроскопічних оперативних втручаннях;

– пат. № 157294 Інструмент магнітний з пам’яттю форми для видалення феромагнітних сторонніх тіл з нелінійних ранових каналів;

– пат. № 157335 Інструмент магнітний для ендовідеоскопічної діагностики та видалення металевих феромагнітних сторонніх тіл з u-подібною заглибиною.

2025 рік:

– пат. № 159042 Інструмент магнітний хірургічний для діагностики та видалення феромагнітних сторонніх тіл з шиї та середостіння;

– пат. № 160382 Інструмент магнітний хірургічний для діагностики та видалення феромагнітних сторонніх тіл з обмежених просторів.

Висновки.

1. Розподіл магнітного хірургічного інструменту по трьом наборам дозволяє раціонально застосовувати інструментарій за профілізацією.

2. Застосування інструментального, апаратного та комбінованого методів контролю дозволяє збільшити кількість видалених сторонніх тіл.

3. Розподіл магнітного хірургічного інструменту по наборам перспективний для включення до комплектно-табельного майна.

4. Динаміка розробки та впровадження сучасного хірургічного магнітного інструменту в практичну роботу позитивну.

Список використаних джерел

1. Використання сучасного магнітного і немагнітного інструменту для діагностики та видалення сторонніх тіл : метод. рек. / [В. І. Цимбалюк, І. А. Лурін, Е. М. Хорошун та ін.]. – Харків, 2022. – 70 с.

2. Атлас бойової хірургічної травми (досвід антитерористичної операції / операції об'єднаних сил) / [упоряд.: І. А. Лурін та ін.] ; за заг. ред. В. І. Цимбалюка ; Збройні Сили України, Нац. акад. мед. наук України МОЗ України. – Харків : Колегіум, 2021. – 384 с.

УДК 615.472.3:537.6:001.894]:355.48(477:470)"2022/…"

МАГНІТНИЙ СКАЛЬПЕЛЬ: ВІТЧИЗНЯНИЙ ВИНАХІД НА СЛУЖБІ ВІЙСЬКОВИХ МЕДИКІВ У ХОДІ ВІЙНИ ЗА НЕЗАЛЕЖНІСТЬ УКРАЇНИ

Демочко Ганна Леонідівна,
кандидат наук, доцент,
Харківський національний медичний університет;
Робак Ігор Юрійович,
доктор наук, професор,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У тезах до доповіді пропонується історія винаходу, стисла характеристика і посилання на практику застосування вітчизняного винаходу – компактного магнітного медичного скальпеля. Медичні скальпелі «Едельвейс» і «Білий янгол» наразі успішно використовуються військовими хірургами у стаціонарних і в польових умовах.*

Ключові слова: *«Білий янгол», винахід, «Едельвейс», магнітний медичний скальпель.*

Absract. *The report abstract contains the history of invention, brief characteristics and reference to practice of use of the national invention, which is a compact magnetic medical scalpel. The Edelweiss and White Angel medical scalpels are currently successfully used by military surgeons both in hospital and field conditions.*

Keywords: *magnetic medical scalpel, Edelweiss, White Angel, invention.*

Війна за Незалежність України, що розпочалася 2014 р., а особливо повномасштабне вторгнення агресора 2022 р., поставили перед вітчизняною медициною низку складних, але вкрай важливих завдань – в першу чергу розробити ряд інновацій для зменшення безповоротних і санітарних втрат наших захисників. Адже людські втрати в цій війні

жахають. Тому справжнім проривом українських винахідників і науковців стало винайдення магнітного скальпеля. Його можна використовувати не тільки у госпіталі, але й у стабілізаційному пункті на лінії фронту. Харківські науковці у Фізико-технічному інституті долучилися до створення цієї інновації на початку проведення АТО, і вже 2016 р. у військово-медичному клінічному центрі Харкова відбулася презентація комплекту магнітних інструментів для стаціонарних та польових умов [1]. Титанові скальпелі із гнучкими формами й насадками різного діаметра могли виймати залізні уламки навіть із найпроблемніших поранень. Наприклад, шукати залізний уламок у черевній порожнині без комп'ютерної томографії дуже складно, а похибка у діагностиці може становити 3 см. З цим скальпелем можна знайти дрібні уламки без проблем і видалити їх, використовуючи маленький розмір. Це дає одразу декілька плюсів:

– оскільки рана менш травматична, то загоєння проходить швидше (доведено – в 1,4 рази);

– оперативне втручання займає менше часу (скорочується в п'ять разів);

– в ході операції використовується менша доза наркозу;

– кількість ускладнень зменшилася у понад 2 рази;

– кількість діагностичних помилок зменшилася в 4 рази [2].

– 80% перших комплектів скальпелів одразу передали в зону АТО, де нові скальпелі виявилися незамінними, адже уламки на полі бою доводилося виймати з очей, серця, колінних суглобів [3, с. 20].

Ще одну подібну розробку представили кременчуцькі волонтери, які розробили декілька видів хірургічних інструментів саме за таким принципом. Один з них – скальпель «Едельвейс» з неодимовим магнітом. Друга розробка – «Білий янгол» [4]. Випускати їх почали із самого початку повномасштабного вторгнення, адже запит на такі інструменти був надто високий як серед військових госпіталів, так і серед лікарень для цивільного населення. Разом із медиками волонтери штабу оборони Кременчука і створили скальпель, а вже його серійний випуск довірили надійним підприємствам, розташованим одразу в кількох областях України.

Вага «Едельвейса» усього 212 г, його корпус виготовлений з нержавіючої сталі та має усередині потрібні магніти. З таким скальпелем можна відшукувати місце, куди втрапив уламок, а вже потім безпечно

входити до ранового отвору та витягати металевий уламок. Для цього не треба робити розрізи та занурювати до рани щипці, із приладом усі маніпуляції проходять швидше та надійніше. Якщо уламок застряг на глибині понад 5 см, тоді в хід йде «Білий янгол». Він важить лише 35 г, але довжина інструменту 45 см. Ним можна діставати уламки із легенів, печінки, серця, черевної порожнини. За тиждень одне підприємство виробляє приблизно десять магнітів, собівартість кожного – 10 тис. грн [5]. Матеріали закуповуються у Китаї, адже 98% цього рідкісного металу міститься саме там. Прилади працюють автономно, без електрики та повністю готові для використання після санітарної обробки.

Сьогодні український магнітний скальпель, продемонстрував свою ефективність на практиці в польових і тилових умовах та довів, що здатен успішно конкурувати зі світовими аналогами.

Список бібліографічних посилань

1. Салімонович Л. Скальпель із магнітом. URL: https://umoloda.kyiv.ua/number/2789/116/97314/.

2. Новітні технології діагностики і лікування бойової вогнепальної травми та її наслідків. URL : http://www.kdpu-nt.gov.ua/uk/content/novitni-tehnologiyi-diagnostyky-i-likuvannya-boyovoyi-vognepalnoyi-travmy-ta-yiyi-naslidkiv.

3. Чікалін В. Про «прозору броню», «магнітний скальпель» та «Фенікс» // Народна армія. 2017. № 3 (5519). 28 верес. С. 20.

4. Хандусенко Н. Кременчуцькі волонтери розробили магнітні скальпелі для фронтових хірургів, за допомогою яких можна дістати осколки навіть із легенів і серця. URL: https://dev.ua/news/mahnitnyi-skalpel-edelveis-1703590491.

5. Полтавській обллікарні передали 12 комплексів «Едельвейс» для видалення з тіла уламків. URL : https://poltava.to/news/71282/.

УДК 614.42:595.7/.799]:355.1(477)"2022/…"

СУЧАСНІ КОНЦЕПЦІЇ МЕДИКО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ЗАХИСТУ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ ВІД АРТРОПОДНИХ ВЕКТОРІВ

Конкін Дмитро Вадимович,
аспірант;
Ващик Євгенія Володимирівна,
доктор наук, доцент,
завідувач лабораторії вірусології,
Національний науковий центр
«Інститут експериментальної і
клінічної ветеринарної медицини»
Україна м. Харків

Анотація. *Україна є ендемічною для таких трансмісивних хвороб, як хвороби Лайма, Крим-Конго геморагічної лихоманки, кліщового енцефаліту, однак в останні роки спостерігається зростання ризику поширення таких хвороб, як гарячка Західного Нілу, чікунгунья, хвороб денге тощо. Укуси комарів, мошок, кліщів та інших кровососів є серйозною проблемою, яка може підірвати здоров'я та боєздатність військовослужбовців ЗСУ. Проведений аналіз досвіду армії країн НАТО щодо інсектицидного захисту військових: світовий досвід однозначно показує, що найефективніша стратегія захисту військослужбовців від комах, кліщів та інших членистоногих – це комбінація обробленого інсектицидом одягу (на основі перметрину) та репеленту для шкіри (на основі Ікаридину або ДЕЕТ), обґрунтована нормованим підходом та стандартизацією щодо обов'язкового екіпірування для служби в ендемічних регіонах з обов'язковим навчанням військових та дисципліною.*

Ключові слова: *трансмісивні хвороби, інсектициди, репеленти, кліщі, комахи, військослужбовці ЗСУ, інсектицидний захист.*

Abstract. *Ukraine is endemic for such transmissible diseases as Lyme disease, Crimean-Congo hemorrhagic fever, tick-borne encephalitis, however, in recent years there has been an increase in the risk of spreading such diseases as West Nile fever, chikungunya, dengue fever, etc. Bites of mosquitoes, midges, ticks and other bloodsuckers are a serious problem that can undermine the health and combat effectiveness of the Armed Forces of Ukraine. An analysis of the experience of the NATO armies regarding insecticidal protection of military personnel has been conducted: world experience clearly shows that the most effective strategy for protecting military personnel from insects, ticks, and other arthropods is a combination of insecticide-treated clothing (based on permethrin) and skin repellent (based*

on Icaridin or DEET), justified by a standardized approach and standardization of mandatory equipment for service in endemic regions with mandatory military training and discipline.

***Keywords**: transmissible diseases, insecticides, repellents, ticks, insects, military personnel of the Armed Forces of Ukraine, insecticidal protection.*

Актуальність. Зміни клімату та підвищення температури повітря в Україні сприяють збільшенню ареалу розповсюдження кліщів, комарів, мокреців та інших комах, які в свою чергу можуть бути переносниками трансмісивних хвороб. Україна є ендемічною для таких трансмісивних хвороб, як **хвороби Лайма, Крим-Конго, геморагічна лихоманка**, кліщовий енцефаліт**,** однак, в останні роки спостерігається зростання ризику поширення таких хвороб, як гарячка Західного Нілу, чікунгунья, хвороб денге тощо.

Після нападу військ РФ на Україну моніторинг та профілактика поширення трансмісивних хвороб значно ускладнилися, особливо в зонах під окупацією, в зонах ведення бойових дій та прилеглих до них територій. Окрім загальнопланетарних кліматичних змін, викликаних в першу чергу потеплінням, великим викликом для України є підрив росіянами Каховської ГЕС (6 червня 2023 р.), який спричинив масштабне затоплення нижньої течії Дніпра, що призвело до регіональних екологічних змін: утворення стоячої води, боліт, забруднення водойм та порушення екосистем. Це створює локальні умови, подібні до кліматичних ефектів (збільшена вологість, тепліші мікроклімати), які сприяють розмноженню векторів хвороб, таких як комарі *Culex spp* й *Aedes mosquitoes*, а затоплення спричинило «найбільшу екологічну катастрофу» з масовим вимиранням видів, що може сприяти поширенню векторів через зменшення природних хижаків й регуляторів чисельності комарів (риби, птахи) [1].

Сукупність всіх факторів створює ризики захворювання для військових ЗСУ, які боронять Україну та виконують бойові завдання на усіх напрямках у теплі пори року. Укуси комарів, мошок, кліщів та інших кровососів є серйозною проблемою, яка може підірвати здоров’я та боєздатність цілого підрозділу, можуть спричинити алергії, гнійні ускладнення, а найголовніше – передачу трансмісивних інфекцій. Саме тому належні та стандартизовані практики застосування репелентів є важливим елементом системи медичного забезпечення ЗСУ.

Мета. Аналіз досвіду армії країн НАТО щодо захисту військових проти членистоногих.

Матеріали та методи. Вивчення євроатлантичних стандартів та регламентів використання репелентів та інсектицидів в армії країн НАТО шляхом аналізу доступних наукових та офіційних джерел.

Результати. Американські, британські та європейські військові сили активно захищають особовий склад від укусів комах (зокрема, комарів, кліщів, москітів та інших членистоногих), які можуть переносити небезпечні захворювання, такі як малярія, денге, хвороба Лайма чи лихоманка Західного Нілу. Захист базується на комбінації топічних репелентів (для шкіри), обробки одягу та спорядження інсектицидами, а також фізичних бар'єрів (наприклад, сітки). Ці заходи регулюються національними та міжнародними стандартами, які забезпечують ефективність, безпеку та відповідність нормам здоров'я. Основний акцент робиться на превентивних заходах, рекомендованих ВООЗ (WHO) та CDC (Центр з контролю та профілактики захворювань США).

Європейський та американський досвід у цій галузі ґрунтується на десятиліттях наукових досліджень і практичного застосування в арміях країн НАТО та цивільній сфері. Їхній підхід можна схарактеризувати як системний, науково-обґрунтований та превентивний.

Ключові принципи та досвід НАТО:

Нормований підхід та стандартизація: армії США, Великої Британії, Німеччини та інших країн мають чіткі настанови (наприклад, американський технічний регламент MIL-DTL-63038 для одягу, обробленого перметрином або MIL-DTL-44048). Це не лише рекомендація, а частина обов'язкового екіпірування для служби в ендемічних регіонах [2].

Документ TG-36 – Technical Guide 36: Personal Protective Measures Against Insects and Other Arthropods of Military Significance описує **DoD Insect Repellent System** (затверджена Armed Forces Pest Management Board, TG36). Інсектицидна репелентна система Міністерства оборони США – це безпечний та перевірений метод зменшення захворювань, пов'язаних з комахами [3; 4].

Система включає:

– Засіб від комах на уніформі.

– Репелент, схвалений Міністерством оборони США, для використання на відкритих ділянках шкіри.

– Правильно одягнена уніформа.

– Використання сіток для ліжка, оброблених перметрином.

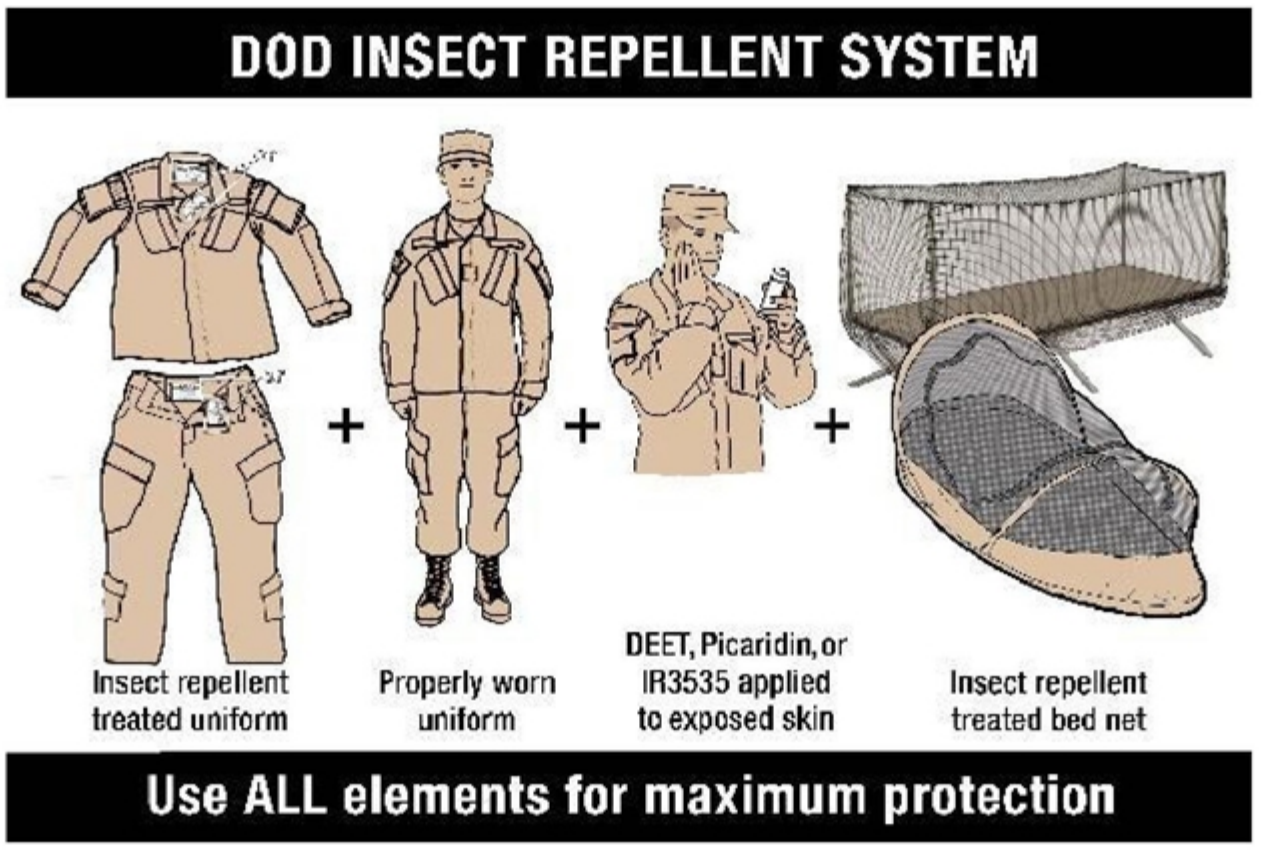

Рис. 1. DoD Insect Repellent System Інсектицидна репелентна система Міністерства оборони США

Абсолютним пріоритетом є одяг, оброблений препаратами з діючою речовиною перметрин. Основним і найефективнішим засобом захисту вважається одяг, просочений у фабричних умовах інсектицидом перметрин. Військові отримують уніформу, яка вже має довготривалий захист. Перметрин не лише відлякує, але і є інсектицидом для кліщів, комарів та інших кровососів при контакті з тканиною. Це критично важливо для кліщів, які можуть проповзти під одяг до шкіри. Це також зменшує необхідність часто наносити репелент на шкіру [5].

Репеленти для шкіри на основі Ікарідину (Picaridin). У країнах ЄС та США Ікарідин (також відомий як KBR 3023 або Picaridin) часто є репелентом першого вибору для шкіри, поступово витісняючи ДЕЕТ. Його ефективність проти широкого спектру комах та кліщів не поступається ДЕЕТ у високих концентрацій (20%), але при цьому він не пошкоджує пластик та синтетичні матеріали (дуже важливо для оптики, годинників, бронепластин), не має різкого запаху та краще переноситься шкірою (рідше викликає подразнення). ДЕЕТ (DEET) є «золотим стандартом», але з обмеженнями. Не дивлячись на те, що ДЕЕТ залишається найбільш вивченою і надійною речовиною та армія США використовує його десятиліттями, є тенденція до використання продуктів з контрольованим вивільненням (controlled-release), які забезпечують тривалий захист при нижчих концентраціях (30–35%) задля мінімізації ризиків подразнення шкіри та пошкодження спорядження.

Запроваджена комплексна освіта та дисципліна: навчання правильному застосуванню є частиною базової підготовки. Солдатам пояснюють, чому не можна наносити репелент під одяг, як правильно обробити одяг (манжети, комір, щілини) та про обов'язковий щоденний огляд тіла на наявність кліщів (tick check) після перебування у полі, лісі тощо.

Медичне супроводження забезпечується чіткими протоколами дій при виявленні кліща, що закріпився на шкірі (правильне видалення, маркування дати на карті, спостереження за симптомами). У разі потреби проводиться профілактичне призначення антибіотиків для запобігання хвороби Лайма [3–5].

Британська армія під час відряджень до тропічних або ендемічних щодо переносників хвороб регіонів використовує багаторівневу стратегію вектор-контролю, що включає носіння захисного одягу, обробленого перметрином, застосування DEET-напрямлених топічних репелентів на відкриті частини шкіри, використання інсектицидно оброблених сіток або укриттів, а також індивідуальні засоби захисту в поєднанні з організаційними та поведінковими заходами (тримання шкіри закритою, уникання піку активності комах і т. ін.). Цей підхід базується на доказовій системі, підтвердженій у наукових публікаціях, зокрема в роботі Croft et al. (2001), де наведено, що такі поєднання заходів можуть забезпечувати сильний захист від кровосисних артропод, включаючи використання DEET-репелентів та обробленого перметрином одягу [6].

Європейські армії (Франція, Німеччина, Італія, Іспанія та ін.) координують стандарти через НАТО та ЄС, але кожна країна має національні адаптації. Захист, подібний до британського / американського, з фокусом на багатонаціональних операціях (наприклад, в Африці чи на Близькому Сході), використовують комбінацію ДЕТА, ікаридину (пікаридин) та перметрину. Так, у французькій армії під час місій у Кот-д'Івуарі була оцінена ефективність уніформи, обробленої перметрином (Permethrin-preimpregnated Battlefield Uniforms, BFU), разом із DEET-репелентом 50%, показано, що така комбінація знижує укуси комах навіть після багаторазового прання форми [7].

Висновок. Світовий досвід однозначно показує, що найефективніша стратегія захисту військослужбовців від комах, кліщів та інших членистоногих – це комбінація обробленого інсектицидом одягу (на основі перметрину) та репеленту для шкіри (на основі Ікаридину або ДЕЕТ), обґрунтована нормованим підходом та стандартизацією щодо

обов'язкового екіпірування для служби в ендемічних регіонах із обов'язковим навчанням військових та дисципліною. Це не просто засіб комфорту, а випробувана система збереження здоров'я та боєздатності особового складу.

Список бібліографічних посилань

1. Biodiversity effects of the Russia-Ukraine War and the Kakhovka Dam destruction: ecological consequences and predictions for marine, estuarine, and freshwater communities in the northern Black Sea / Y. Kvach, C. A. Stepien, G. G. Minicheva et al. // Ecol Process 14, 22 (2025). URL: https://doi.org/10.1186/s13717-025-00577-1.
2. MIL-DTL-44048. DETAIL SPECIFICATION COATS, CAMOUFLAGE PATTERN, COMBAT This document is approved for use by all departments and agencies of the Department of Defense. URL: https://quicksearch.dla.mil/Transient/1D9F83B624EF4531889E6AC9F213423F.pdf.
3. Defense Health Agency. An official website of the United States. government. URL: https://ph.health.mil/topics/entomology/pur/Pages/DoD-Insect-Repellent-System.aspx.
4. TG-36 – Technical Guide 36: Personal Protective Measures Against Insects and Other Arthropods of Military Significance. URL: https://www.med.navy.mil/Portals/62/Documents/NMFA/NMCPHC/root/Field%20Activities/Pages/NEPMU6/Operational%20Support/Entomology/AFPMB-TG36-PERSONAL-PROTECTION.pdf?utm_source=chatgpt.com.
5. A Survey Among Cadets at the United States Military Academy on Knowledge and Wearing of Permethrin-Treated Uniforms and the Risk of Tick-Borne Diseases / A. H. Chellaraj, D. J. Nun, J. Y. Johnson et al. (2023) // Military medicine, (7–8), usac131. URL: https://doi.org/10.1093/milmed/usac131.
6. Croft, A. M., Baker, D., & von Bertele, M. J. (2001). An evidence-based vector control strategy for military deployments: the British Army experience // Medecine tropicale : revue du Corps de sante colonial, 61 (1), 91–98.
7. Deparis, X., Frere, B., Lamizana, M., N'Guessan, R., Leroux, F., Lefevre, P., Finot, L., Hougard, J. M., Carnevale, P., Gillet, P., & Baudon, D. (2004). Efficacy of permethrin-treated uniforms in combination with DEET topical repellent for protection of French military troops in Côte d'Ivoire. Journal of medical entomology, 41 (5), 914–921. URL: https://doi.org/10.1603/0022-2585-41.5.914.

УДК 623:004.8:001.895]:351.746.1(477)

РОЛЬ НАУКОВИХ РОЗРОБОК У СФЕРІ ОБОРОННИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ ІННОВАЦІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ

Стріляна Анастасія Василівна,
рядовий поліції, курсант,
Харківський національний
університет внутрішніх справ;
науковий керівник:
Зозуля Євгеній Вікторович,
викладач кафедри криміналістики
та судової експертології
Навчально наукового інституту № 1
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Україна, м. Кам'янець-Подільський

Анотація. *У тезах висвітлено роль наукових розробок у сфері оборонних технологій в умовах сучасних загроз національній безпеці. Розглянуто тенденції впровадження інновацій у військово-промислові комплекси України та світу, зокрема у напрямках розвитку штучного інтелекту, безпілотних систем і кібербезпеки. Особлива увага приділена міжнародному досвіду та конкретним прикладам успішної взаємодії між науковими установами, державними органами та приватними компаніями.*

Ключові слова: *оборонні технології, наукові розробки, інновації, національна безпека, військово-промисловий комплекс, штучний інтелект.*

Abstracts. *The thesis highlights the role of scientific developments in the field of defense technologies in the context of modern threats to national security. The tendencies of introducing innovations into the military-industrial complexes of Ukraine and the world, in particular in the areas of artificial intelligence, unmanned systems and cybersecurity, are considered. Particular attention is paid to international experience and specific examples of successful cooperation between scientific institutions, government agencies and private companies.*

Keywords: *defense technologies, scientific developments, innovations, national security, military-industrial complex, artificial intelligence.*

Наукові досягнення у галузі оборонних технологій нині відіграють одну з ключових ролей у визначенні рівня національної безпеки та

стратегічної стійкості держави. Сучасні війни характеризуються надзвичайно високим ступенем технологічної інтеграції, і перемога в них дедалі частіше залежить не від чисельності військових сил, а від здатності країни впроваджувати інновації у власні оборонні системи. Яскравий приклад останніх років свідчить про те, що саме науково-дослідний потенціал, гнучкість в адаптуванні до нових викликів і створенні передових рішень визначає можливості держави захищати свої кордони зі швидкістю та ефективністю, відповідними сучасним реаліям.

Особливий акцент робиться на технологіях подвійного призначення, які однаково здатні служити як у військових цілях, так і в цивільних галузях. Це передусім стосується розвитку інформаційних систем, штучного інтелекту, кібербезпеки, безпілотних платформ і сучасних засобів зв'язку. Їх інтеграція створює якісно новий рівень обороноздатності – цифрову армію [1]. Остання будується на здатності аналізувати великі обсяги даних, моделювати ризики та забезпечувати оперативність командування. Таким чином, інновації не просто стають доповненням до традиційних способів ведення війни, а трансформують саму структуру збройних сил та силових структур, додаючи їй динаміки й технологічної гнучкості [2].

Серед головних пріоритетів виділяється розробка безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та автоматизованих роботизованих комплексів. Використання таких систем зменшує втрати серед особового складу, підвищує точність бойових операцій та дозволяє вести розвідку в реальному часі. Ринок подібних технологій демонструє стрімкий розвиток, а конкурентна боротьба між країнами у цьому напряму визначає нові стандарти військового мистецтва. Український досвід підтвердив, що навіть невеликі безпілотники можуть кардинально змінювати розклади сил на фронті, забезпечуючи стратегічну перевагу.

Не менш важливу роль сьогодні відіграє сфера кібербезпеки, оскільки сучасні конфлікти поширюються далеко за межі землі, моря і повітря, захоплюючи також цифровий простір. Атаки на критичну інфраструктуру, системи управління військовими чи державні бази даних стали звичною ознакою гібридних війн. Через це наукові розробки у галузях кіберзахисту та штучного інтелекту для виявлення загроз і резервування інформаційних систем перетворилися на наріжний камінь оборонної стратегії. У такому контексті інновації стають не просто засобом реагування на загрози, а важелем для активної протидії технологічному й інформаційному тиску з боку противника [3].

Науковці невпинно вдосконалюють системи виявлення та нейтралізації загроз, впроваджуючи сучасні радіолокаційні комплекси, передові системи протиракетної оборони та засоби радіоелектронної боротьби [4]. Ці технології забезпечують високий рівень захисту, який базується не лише на точності, але й на здатності до швидкої інтеграції в існуючі військові структури, а також функціонування в умовах багатофакторного впливу. Стає очевидним, що успішна оборона залежить від безперервної наукової модернізації.

Значне піднесення спостерігається у використанні штучного інтелекту у військовій сфері. Машинне навчання дозволяє аналізувати великі обсяги даних щодо переміщення військ, прогнозувати можливий розвиток бойових подій та автоматизувати процес прийняття ключових рішень. Такий підхід дає змогу командирам діяти оперативніше і точніше, збільшуючи шанси на успішне виконання операцій.

Водночас постають нові виклики, пов'язані з етичними аспектами використання автономних систем та визначенням відповідальності за їх дії. Не менш важливим залишається питання фінансової підтримки оборонних досліджень. Розробка сучасних технологій вимагає значних ресурсів, довгострокового планування та залучення приватного сектору. У провідних країнах світу активно практикується співпраця між військовими структурами, науковими центрами й бізнесом. Такий формат взаємодії дозволяє швидко переводити фундаментальні дослідження у практичні рішення, які стають справжньою опорою на полі бою. В Україні ця тенденція активно розвивається в умовах воєнної агресії.

Наукові установи, стартапи та волонтерські ініціативи зосереджують зусилля на створенні й удосконаленні військових технологій. Варто зазначити, що часто інноваційні розробки народжуються не у великих корпораціях, а в невеликих інженерних групах, здатних оперативно реагувати на потреби фронту. Це демонструє ключову роль гнучкості та мобільності наукових проєктів, які нерідко виявляються важливішими за масштабність і розмах ініціатив.

Однією з ключових галузей сучасних досягнень стає матеріалознавство та розробка нових захисних засобів. Легкі бронежилети, кевларові матеріали, індивідуальні засоби захисту й спеціалізоване екіпірування створюють надійний щит для безпеки військових на рівні персонального захисту [3]. У поєднанні з біотехнологіями, наприклад у медичній галузі та процесах лікування поранених, ці інновації можуть значно скоротити людські втрати.

Серед пріоритетів сучасних досліджень є й питання енергетики. Військова техніка все більше залежить від автономних джерел живлення, високоефективних систем зберігання енергії та альтернативних підходів, що дозволяють вести бойові операції в умовах відсутності стабільних поставок ресурсів. Створення новітніх акумуляторів, мобільних генераторів і технологій використання відновлюваних джерел енергії стає невід'ємною складовою оборонної стратегії.

Наукові розробки в оборонній сфері виходять далеко за межі суто технічних рішень. Вони охоплюють також стратегічне управління, психологічні аспекти війни і моделювання поведінки супротивника. Застосування комп'ютерного моделювання та аналізу сценаріїв забезпечує підготовку військ до потенційних викликів і прогнозування ризиків на основі реальних даних. Це дозволяє впроваджувати більш системний і комплексний підхід до захисту держави.

Наукові розробки відіграють вирішальну роль у сфері оборонних технологій для сучасних країн. Інновації формують новий рівень національної безпеки, забезпечують оперативне реагування на загрози та знижують втрати. Інтеграція таких рішень у військовій сфері відкриває перспективи не лише для зміцнення оборони, а й сприяє стратегічній стабільності на глобальному рівні.

Україна у 2025 році демонструє значне зростання у виробництві ударних FPV-дронів, плануючи випустити до 4,5 млн одиниць із загальним бюджетом понад 110 мільярдів гривень. Основну частину фінансування в розмірі близько 102 мільярдів гривень забезпечує Агентство оборонних закупівель, яке віддає пріоритет українським виробникам, що підкреслює стійку підтримку національної оборонної галузі [5]. Ця стратегія дозволяє суттєво збільшити виробничі потужності, залучивши понад 500 підприємств до розробки дронів і оборонних систем.

У 2024 році було випущено близько 2 млн дронів, а показники на 2025 рік оцінюються в діапазоні від 2,5 до 4 млн одиниць щорічно. Одним із ключових факторів прогресу стала встановлена модель співпраці між армією та виробниками, побудована на принципі прямого «фронтового зворотного зв'язку». Такий формат прискорює оптимізацію дизайну й функціональності дронів [6].

За дев'ять місяців 2024 року у секторі військової техніки з'явилося понад 140 нових комплексів БпЛА та 33 наземні роботизовані системи. Окрім того, активно розвивається модульне програмне забезпечення: компактні AI-диски з інтеграцією для різних платформ – від FPV-дронів і

наземних систем до турелей [7]. Вони забезпечують автономність «останньої милі» і докорінно змінюють концепцію бойових систем.

Сучасна війна демонструє, що розвиток оборонних технологій має охоплювати не лише вдосконалення засобів ураження, але й забезпечення стійкості логістики та ефективного управління. Інновації в галузі моделювання та прогнозування логістичних процесів дозволяють мінімізувати ризики перебоїв у постачанні боєприпасів, пального й обладнання. Використання цифрових двійників для моделювання потоків матеріально-технічних ресурсів підвищує мобільність і гнучкість збройних сил.

Ще одним ключовим напрямом є впровадження систем штучного інтелекту для автоматизації розвідки. Спеціалізовані алгоритми аналізують супутникові знімки, дані з відкритих джерел та перехоплені повідомлення, що дозволяє виявляти пересування противника швидше й точніше. Такі інструменти значно скорочують час між виявленням цілі та ухваленням рішення про її нейтралізацію, мінімізуючи ризик людських помилок.

Окрема увага приділяється розвитку космічних технологій. Використання супутників для дистанційного зондування Землі дає змогу отримувати оперативну інформацію про пересування техніки, масштаби руйнувань і погодні умови. Створення власних космічних платформ стає критично важливим стратегічним завданням, оскільки залежність від іноземних супутників обмежує автономність оборонної інфраструктури.

Не менш значущими є досягнення у сфері військової медицини. Новітні методи евакуації та лікування поранених, такі, як роботизовані системи для транспортування бійців із поля бою, а також біоматеріали для прискорення загоєння ран і зупинки кровотеч, активно застосовуються для збереження життя. Біотехнологічні інновації, зокрема 3D-друк тканин, поступово перетворюються із лабораторних експериментів на реальні елементи медичної практики.

Енергетичні інновації стануть ключовим чинником у майбутньому розвитку військових технологій. Компактні ядерні реактори нового покоління, високоефективні системи накопичення та передачі енергії створюють нові можливості для забезпечення тривалої автономної роботи військових баз. Паралельно, дослідження водневої енергетики відкривають перспективи впровадження екологічно чистих видів палива у військову техніку, зменшуючи залежність від традиційних ресурсів [8].

У науковій сфері активно здійснюється розробка технологій моделювання бойових дій у віртуальному просторі. VR та AR-технології

дозволяють створювати тренувальні програми, що максимально імітують реальні бойові умови. Це знижує витрати на підготовку та забезпечує збереження технічного ресурсу, відкриваючи шлях до масового навчання солдатів із застосуванням високоякісних симуляцій.

Особливу увагу привертає розвиток морських оборонних систем, зокрема безпілотних надводних і підводних апаратів. Такі пристрої можуть виконувати завдання розвідки, знищення ворожих кораблів чи захисту стратегічних об'єктів, як-от порти. Розвиток цих технологій змінює морський баланс сил, де автономні системи дедалі частіше доповнюють класичні флотські одиниці. Не менш важливим напрямком є розробка алгоритмів інформаційно-психологічної протидії.

У сучасних умовах війна в інформаційному полі вимагає створення ефективних інструментів для аналізу активності в соціальних мережах, ідентифікації дезінформаційних кампаній та побудови методів їх нейтралізації. Застосування штучного інтелекту в цій сфері дає змогу в реальному часі виявляти загрози та оперативно на них реагувати. Окреме місце займають досягнення у сфері нейротехнологій. Дослідники працюють над створенням систем, спрямованих на покращення функціональності та витривалості військовослужбовців через носимі сенсори й пристрої для моніторингу мозкової активності. Ці інновації допоможуть знижувати рівень стресу, підвищувати концентрацію та підтримувати ефективність у складних бойових ситуаціях.

Прогрес у галузі нанотехнологій відкриває нові горизонти для створення матеріалів із винятковими характеристиками. Надлегкі броньовані сплави, самовідновлювальні матеріали чи нанопокриття для техніки та озброєння вже знаходять своє застосування у військовому виробництві. Такі рішення значно підвищують стійкість техніки до умов бойового середовища, покращуючи її живучість і ефективність.

Наукова інтеграція в оборонній сфері потребує активного формування міжнародних партнерських проєктів. Співпраця України з країнами НАТО у спільних розробках відкриває доступ до найновіших технологій і водночас дозволяє робити суттєвий внесок у забезпечення глобальної безпеки. Це не лише сприяє підвищенню обороноздатності країни, а й зміцнює міжнародне співробітництво, створюючи платформу для обміну досвідом і знаннями. Вони інтегруються в такі галузі, як медицина, енергетика, матеріалознавство, штучний інтелект і навіть психологія. Інноваційний розвиток у цих секторах забезпечує комплексний захист країни та сприяє формуванню нових стандартів глобальної безпеки.

Таким чином, саме багатогалузеве об'єднання наукових досягнень стає ключовим елементом успішної оборонної стратегії майбутнього [9].

Наукові розробки у сфері оборонних технологій стали фундаментальним елементом сучасної воєнної стратегії, визначаючи успіх на полі бою далеко за межами кількісних показників озброєння. У XXI столітті вирішальну роль відіграють інтелектуальні рішення та здатність держави оперативно впроваджувати новітні досягнення в оборонну систему. Взаємозалежність науки й оборони сформувала симбіотичну структуру, де прогрес в одній сфері безпосередньо впливає на ефективність іншої.

Сучасні оборонні технології все більше відходять від класичних військових моделей, інтегруючи інновації, такі як дрони, штучний інтелект, системи кіберзахисту, новітні матеріали та біотехнології. Це трансформує архітектуру національної безпеки, демонструючи, що науковий потенціал країни є стратегічним ресурсом, який багато в чому визначає її здатність до самооборони.

Однак значна частина інновацій залишається на рівні дослідницьких проєктів або малосерійного виробництва. Для подолання цієї проблеми критично важливим є впровадження стабільних механізмів фінансування оборонних досліджень. Державі необхідно створювати довгострокові програми, які не лише стимулюватимуть розвиток нових технологій, але й забезпечать швидке масштабування їх виробництва.

Інновації військового сектору знаходять застосування в цивільних галузях, таких, як медицина чи енергетика. Такий підхід робить інвестиції в оборонну науку вигідними не лише для безпеки держави, а й для її економічного зростання.

Таким чином, наукові розробки виступають не лише інструментом зміцнення оборони, але й гарантією незалежності та стійкості держави. Їх реалізація вимагає системного підходу, що поєднує ресурси держави, приватного сектора та міжнародних партнерів. Лише така координація дає змогу створити оборонну інфраструктуру, здатну протистояти сучасним загрозам. Синхронний розвиток науки й оборони повинен сформувати єдиний простір безпеки. Україна має унікальну можливість використати власний досвід війни як каталізатор для створення нової моделі оборонних технологій, що поєднує інноваційність, гнучкість і міжнародну інтеграцію. Це стане не лише запорукою перемоги, але й основою стабільного розвитку післявоєнного суспільства.

Список бібліографічних посилань

1. Волотівський П. Б., Стешенко П. М., Богославець С. О., Корепанов В. В. Щодо обрису перспективної системи боротьби з безпілотними авіаційними комплексами // Наука і оборона. 2025. № 4. DOI: https://doi.org/10.33099/2618-1614-2024-27-4-24-32.

2. Макарова О. П. Використання цифрових технологій в діяльності поліції для боротьби зі злочинністю // Правова наука і державотворення в Україні в контексті правової інтеграції : матеріали XIII Міжнар. наук.-практ. конф. Сум. філія Харків. нац. ун-ту внутріш. справ. Суми, 2021. С. 173–176.

3. Макарова О. П. Інформаційні технології в юридичної діяльності як один з напрямків підвищення її ефективності // 25 років становлення Сумської філії Харківського національного університету внутрішніх справ: славетна історія та горизонти майбутнього : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Сум. філія Харків. нац. ун-ту внутріш. справ. Суми, 2020. С. 42–45.

4. Трансформація завдань безпілотної авіації: від створення до застосування у воєнних конфліктах сучасності / С. І. Корсунов, А. Ф. Волков, М. І. Оборонов та ін. // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2021. № 3 (44). С. 66–81. URL: https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.08.

5. Андерсон Г. Г. Безпілотні системи військового призначення: досвід та перспективи застосування // Академічні візії. 2024. № 35. С. 1–13. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.13740260.

6. Штучний інтелект у військовій кіберсфері / О. Г. Трофименко, А. В. Соколов, П. О. Чикунов та ін. // Електронний архів КНУТД: Технології та інжиніринг. 2024. № 4 (21). С. 85–92.

7. Зуб А. А. Застосування безпілотних технологій для охорони об’єктів критичної інфраструктури // Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління. 2025 № 1 (33). С. 28–32. URL: https://doi.org/10.32689/2617-9660-2025-1(33)-28-32.

8. Інноваційні методи та цифрові технології в криміналістиці й судовій експертизі : монографія / В. Ю. Шепітько, Г. К. Авдєєва, В. М. Шевчук та ін. Харків : Право, 2024. С. 83–106.

9. Собко О. О. Вплив цифривізації та технологічних інновацій на забезпечення громадської безпеки // Взаємодія органів публічної влади та правоохоронних органів в контексті забезпечення публічної безпеки в умовах воєнного стану : матеріали круглого столу. Громадська організація «Молодіжна Організація Починаючих Лідерів "ГО МОПЛ"». Кам’янське, 2024. С. 39–43.

УДК 620.92:502/504](477.54-25)

ЗЕЛЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІДНОВЛЕННІ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ: ЕКОЛОГІЧНИЙ ВИМІР ІННОВАЦІЙ

Кривицька Іветта Анатоліївна,
кандидат наук, доцент,
Харківський національний
університет ім. В. Н. Каразіна;
Крайнюков Олексій Миколайович,
доктор наук, професор,
Харківський національний
університет ім. В. Н. Каразіна;
Дяченко Людмила Борисівна,
викладач хімічних дисциплін
Харківського фахового коледжу
технологій та дизайну
Україна, м. Харків

Анотація. *Аналізується роль зелених технологій у відновленні інфраструктури України, акцентуючи на екологічному та інноваційному аспектах. Розглядаються приклади використання відновлювальної енергії, енергоефективних систем та екологічно безпечних матеріалів, зокрема на прикладі міських ініціатив, таких, як зелений каркас Харкова. Показано, що інтеграція принципів зеленої економіки сприяє стійкому розвитку, залученню інвестицій і збереженню екосистем.*

Ключові слова: *відновлення, зелені технології, інновації.*

Abstract. *The article analyzes the role of green technologies in the restoration of Ukraine's infrastructure, emphasizing ecological and innovative aspects. Examples of renewable energy use, energy-efficient systems, and environmentally safe materials are considered, particularly through urban initiatives such as the Kharkiv Green Framework. It is shown that integrating the principles of the green economy promotes sustainable development, attracts investments, and contributes to the preservation of ecosystems.*

Keywords: *recycling, green technologies, innovations.*

Попри те, що війна триває, вже зараз виникає нагальна потреба стратегічного планування відновлення нашої країни. Відновлення України повинно передбачати комплексний та поетапний підхід, який має охоплювати короткострокові, середньострокові та довгострокові стратегії, забезпечуючи цілісність, ефективність та стійкість усіх запропонованих

заходів. Ключовим завданням є інтеграція соціально-економічного, інфраструктурного та екологічного планування, що дозволить не лише відновити зруйновані об'єкти, а й створити умови для сталого розвитку.

Особлива увага має приділятися адаптації міст і громад до нових викликів, включно з безпекою, енергоефективністю та зеленою інфраструктурою. Необхідно розробляти механізми координації між державними органами, місцевим самоврядуванням, приватним сектором та громадськими ініціативами для забезпечення ефективного використання ресурсів. Паралельно важливо впроваджувати інноваційні технології та підходи у будівництві, транспорті, енергетиці та системах управління відходами.

Відбудова має стати не лише реакцією на руйнування, а й можливістю трансформації країни у більш стійку, конкурентоспроможну та екологічно безпечну систему, здатну протистояти майбутнім викликам та забезпечувати високий рівень життя населення.

Війна завдала Україні не лише численних людських втрат, а й масштабних екологічних. Сьогодні нам потрібно планувати не просто відбудову України після руйнувань, а прогнозувати якою вона буде завтра. Війна завдала колосальної шкоди нашій інфраструктурі: зруйновані міста, дороги, підприємства, знищені будинки. За даними Європейської комісії (листопад 2024 року) загальні збитки оцінюються приблизно на 1,2 трильйона євро. З них 40% припадає на енергетичну, житлову та транспортну інфраструктуру. Але ще більша загроза криється у тому, що відновлення «як було» може повернути нас до старих енергозатратних, неекологічних і застарілих моделей.

Відновлення інфраструктури за інерційною моделлю, що передбачає відтворення довоєнних технологічних та конструктивних рішень, несе низку стратегічних ризиків. По-перше, такий підхід консервує існуючі системні недоліки: високу енергоємність, ресурсозатратність, залежність від імпортних енергоносіїв та низьку стійкість до кризових ситуацій. По-друге, відсутність інноваційних та «зелених» технологій у процесах відбудови призводить до збереження значного антропогенного навантаження на довкілля, зокрема викидів парникових газів, утворення значних обсягів відходів та деградації природних екосистем.

У довгостроковій перспективі це ускладнює інтеграцію України у європейський «зелений курс» та глобальні стратегії низьковуглецевого розвитку. Натомість орієнтація на інноваційні та екологічно безпечні

рішення забезпечує підвищення ресурсної ефективності, зменшення вуглецевого сліду та формування стійкої інфраструктури, здатної відповідати сучасним екологічним і соціально-економічним викликам.

Що стосується нашого міста Харкова можна запропонувати низку підходів, які можуть реалізовуватись вже зараз. По-перше, це зелені будівельні рішення. Сьогодні у світі активно застосовуються матеріали з низьким вуглецевим слідом – наприклад, теплі блоки, дерев'яні конструкції, органічні утеплювачі. У нас є величезний ресурс у вигляді будівельних відходів. Те, що ми бачимо як руїни, може стати вторинною сировиною – бетоном, щебнем, металом. Таким чином ми одночасно скорочуємо сміття й економимо ресурси.

Ще один напрям – зелені дахи й фасади. Вони зменшують перегрів міст, утримують вологу й очищують повітря. Уявіть собі Харків, де будівлі відновлені не просто як бетонні коробки, а як «живі екосистеми». Зелені дахи та фасади є важливими елементами сучасної екологічної архітектури, що сприяють зменшенню негативного впливу урбанізації на навколишнє середовище. Вони виконують функції теплоізоляції, зменшення шумового забруднення, покращення якості повітря та збереження біорізноманіття.

У Харкові, попри обмежену кількість реалізованих проєктів, спостерігається тенденція до впровадження зелених дахів та фасадів. Дослідження, проведене Харківським національним університетом імені В. Н. Каразіна, показало, що після проходження дощової води через зелені дахи спостерігається зниження концентрації хлоридів, хрому, нітритів, амонію, цинку та марганцю у порівнянні з дахами без озеленення [1].

Друга сфера – енергетика. Війна показала, наскільки небезпечною є залежність від централізованих систем. Одна ракета – і ціле місто занурюється в темряву. Вихід – децентралізовані зелені рішення. Це сонячні й вітрові станції для громад, біогазові установки на відходах сільського господарства, сучасні системи зберігання енергії, що створюють локальні «острівці стійкості». Такі технології не лише зменшують викиди CO_2, а й гарантують незалежність громад у кризових ситуаціях.

Не менш важливою є транспортна система. Замість того, щоб повертати стару залежність від нафти, ми можемо відновлювати міста з орієнтацією на електротранспорт, велосипеди та пішохідні зони.

«Розумне освітлення» вулиць дозволяє економити до 40% електроенергії. А «зелені коридори» – парки та алеї, що з'єднують

райони – можуть стати одночасно транспортними артеріями та природними зонами.

Зелені технології – це також про економіку і людей. Вони створюють нові робочі місця – від інженерів з відновлюваної енергетики до дизайнерів зелених просторів. Вони підвищують довіру міжнародних партнерів, адже ЄС та інші донори готові фінансувати саме стійкі й екологічні рішення. І головне – вони роблять наші міста комфортними для життя: чисте повітря, тиха транспортна система, менше сміття.

Для успішної реалізації зазначених ініціатив необхідно забезпечити інтеграцію з існуючими планами відновлення інфраструктури Харкова, враховуючи специфіку кожного району та залучаючи місцеву громаду до процесу прийняття рішень.

У Харкові ще у 2021 році був розроблений проект «Зелений каркас». Це міська ініціатива, спрямована на створення усеохопної зеленої мережі в місті, яка об'єднає паркові зони, набережні, острови та інші рекреаційні території через зелені коридори, пішохідні та велосипедні маршрути [2].

Основними цілями цього проєкту є об'єднання усіх парків міста в єдину мережу зелених зон. Побудувати велодоріжки та пішохідні маршрути, щоб мешканці могли пересуватися комфортно, без авто, по зелених коридорах. Ідея проєкту відповідає духу і цілям Стратегії розвитку міста Харкова до 2030 року.

Також Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України за підтримки Програми розвитку ООН (ПРООН) було розроблено проєкт закону «Про засади зеленого відновлення України». Його основною метою є встановлення законодавчих засад для інтеграції екологічних та кліматичних міркувань у процес комплексного відновлення України після наслідків російської збройної агресії та перехід до зеленої економіки [3].

Прийняття цього законопроєкту має забезпечити сталий розвиток:

– Відбудову інфраструктури та економіки з урахуванням екологічних стандартів.

– Залучення інвестицій, створення сприятливого середовища для внутрішніх та міжнародних інвесторів.

– Прозорість та підзвітність.

– Встановлення чітких механізмів контролю та звітності у процесі відновлення.

– Інтеграцію з європейськими стандартами.

– Синхронізацію з європейським «зеленим курсом» та стандартами сталого розвитку.

Незважаючи на певні кроки в цьому напрямку, є і обмеження. Це перш за все нестача коштів. Грантів ЄС вистачає не на всі проєкти – потрібні додаткові інвестиції з приватних секторів. Також відчувається нестача спеціалістів. У деяких регіонах не можна реалізувати проєкти через небезпеку обстрілів.

Щоб реалізувати зелене відновлення, Україна повинна отримати додаткові гранти з ЄС та Світового банку, створити курси із зелених технологій у ВНЗ та технічних коледжах; закінчити розгляд законопроекту про «Зелене відновлення України»; інформувати громадян про переваги зелених рішень та закликати до участі.

Тобто бачимо, що навіть за умов війни Україна демонструє, що зелене відновлення можливе. І з підтриманням міжнародної спільноти та зусиллями українців країна зможе стати прикладом для інших країн у сфері екологічних інновацій. Тому перед Україною стоїть виклик – поєднати відновлення з переходом до зелених технологій. Це шанс створити нову інфраструктуру: енергоефективну, стійку та екологічно чисту.

Список бібліографічних посилань

1. Maksymenko N., Burchenko S., Utkina K., Buhakova M. Influence of green infrastructure objects for quality of surface runoff (on the example of green roofs in Kharkiv) // Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology. 2021. № 55. С. 274–284.

2. Ігор Терехов розповів про проєкт «Зелений каркас»: новина // Сайт міста Харкова. 2025. URL: https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/igor-terekhov-rozpoviv-pro-proekt-zeleniy-karkas-47738.html.

3. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Яким має бути зелене відновлення України – створюємо єдині правила та критерії для держави, бізнесу й інвесторів. 30 червня 2025. URL: https://mepr.gov.ua/yakym-maye-buty-zelene-vidnovlennya-ukrayiny-stvoryuyemo-yedyni-pravyla-ta-kryteriyi-dlya-derzhavy-biznesu-j-investoriv/.

УДК 338.49-043.96:001.895](477))"366"

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ЦИВІЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Дьякова Наталія Миколаївна,
старший викладач;
Кобєлєв Іван Валерійович,
студент,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»
Україна, м. Харків

Анотація. *У доповіді розглянуто інноваційні технології відновлення цивільної інфраструктури та особливості формування програм маркетингу в цій сфері. Виокремлено п'ять основних складових маркетингової програми: продуктова, цінова, розподільча, комунікаційна та соціально-відповідальна. Проаналізовано їх практичне значення для ефективного відновлення інфраструктури у післякризових умовах. Зроблено висновок, що інноваційні технології у поєднанні з продуманими маркетинговими стратегіями є ключем до створення сучасного та стійкого середовища для життя населення.*

Ключові слова: *інноваційні технології, цивільна інфраструктура, маркетинг, відновлення, соціальна відповідальність, комунікації, ціноутворення, сталий розвиток.*

Abstract. *The report discusses innovative technologies for the restoration of civil infrastructure and the peculiarities of the formation of marketing programs in this area. Five main components of the marketing program are singled out: product, price, distribution, communication and socially responsible. creation of a modern and sustainable environment for the life of the population.*

Keywords: *innovative technologies, civil infrastructure, marketing, recovery, social responsibility, communications, pricing, sustainable development.*

Сучасні виклики, пов'язані з воєнними руйнуваннями, природними катастрофами та техногенними аваріями, висувають на перший план питання швидкого та ефективного відновлення цивільної інфраструктури. Традиційні методи будівництва часто є надто повільними та дорогими, тому особливого значення набувають інноваційні технології – від використання 3D-друку та модульних конструкцій до застосування «розумних» матеріалів і цифрового управління процесами. Важливу роль

у поширенні цих технологій відіграє маркетинг, адже саме він дозволяє узгодити потреби суспільства, можливості виробників і ресурси інвесторів.

Відновлення інфраструктури є ключовою умовою сталого розвитку держави та забезпечення гідних умов життя населення. Для України це питання особливо актуальне, оскільки відновлення зруйнованих міст і селищ є стратегічним пріоритетом у післявоєнний період. Використання інноваційних технологій у поєднанні з ефективними програмами маркетингу дозволить не лише швидко відбудувати зруйновані об'єкти, а й зробити їх більш сучасними, екологічними та стійкими до майбутніх викликів.

Пропонуються до обговорення наступні складові програми маркетингу інноваційних технологій відновлення цивільної інфраструктури:

1. **Продуктова стратегія.** Програма маркетингу має передбачати формування інноваційного продукту, яким виступають сучасні технології будівництва та матеріали. Це можуть бути модульні будівлі, системи швидкого монтажу, енергоефективні рішення чи цифрові системи управління об'єктами. Важливо не лише задовольняти базові потреби суспільства, а й забезпечувати довговічність та екологічність нових споруд.

2. **Цінова стратегія.** Оскільки відновлення інфраструктури вимагає значних інвестицій, ключовим елементом маркетингу є формування адекватної цінової політики. Вона повинна враховувати економічні можливості держави, міжнародну допомогу, а також соціальну доступність відновлених об'єктів. Використання інноваційних технологій може знизити загальні витрати за рахунок швидкості будівництва та ефективності матеріалів.

3. **Стратегія розподілу (place).** Особливістю маркетингу в цій сфері є необхідність швидкої та масової доставки інноваційних рішень у регіони, що потребують відбудови. Це передбачає створення логістичних хабів, мобільних будівельних комплексів та партнерських мереж із місцевими підрядниками. Швидкість та масштабність реалізації визначають успіх програми.

4. **Комунікаційна стратегія (promotion).** Важливим складником є популяризація інноваційних технологій серед громадськості, інвесторів та міжнародних донорів. Комунікації повинні підкреслювати переваги новітніх рішень – енергоефективність, екологічність, стійкість і швидкість

відбудови. Використання інформаційних кампаній, виставок та демонстраційних проєктів формує довіру до інновацій.

5. **Соціально-відповідальна складова.** Будь-яка програма маркетингу у сфері відновлення інфраструктури повинна враховувати інтереси суспільства, а не лише економічну вигоду. Це означає залучення місцевих громад до процесу прийняття рішень, створення робочих місць та забезпечення інклюзивності у відбудованих об'єктах. Соціальна відповідальність формує довгострокову підтримку і сприяє стійкості результатів.

Таблиця 1.

Порівняння складових програми маркетингу інноваційних технологій відновлення цивільної інфраструктури

Складова	Сутність	Практичне значення
Продуктова стратегія	Розробка та впровадження інноваційних будівельних технологій і матеріалів.	Забезпечує сучасність, надійність і екологічність інфраструктури.
Цінова стратегія	Формування доступної та економічно виправданої вартості відновлення.	Дозволяє оптимізувати витрати та залучити інвестиції.
Стратегія розподілу	Організація доставки й монтажу інноваційних рішень у зруйнованих регіонах.	Забезпечує швидкість та масштабність відбудови.
Комунікаційна стратегія	Популяризація інноваційних технологій серед громадськості та інвесторів.	Формує довіру та стимулює використання новітніх рішень.
Соціально-відповідальна складова	Орієнтація на суспільні потреби та участь громад у відбудові.	Підвищує соціальну стійкість і підтримку проєктів.

Джерело: авторська розробка

Інноваційні технології відіграють ключову роль у швидкому та ефективному відновленні цивільної інфраструктури. Програма маркетингу в цій сфері має базуватися на п'яти основних складових: продуктовій, ціновій, розподільчій, комунікаційній та соціально-відповідальній.

Їх поєднання забезпечує не лише економічну ефективність відбудови, але й довіру суспільства та міжнародних партнерів. Для України це означає можливість створити сучасну, стійку та конкурентоспроможну інфраструктуру, яка стане основою для подальшого розвитку.

Список використаних джерел

1. Sikorska M., Kocziszky György, Pererva P. G. Compliance service at guest services enterprises // Менеджмент розвитку соціально-економічних систем у новій економіці : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. – Полтава, 2017. – С. 389–391.
2. Кобєлєва Т. О. Комплаєнс-безпека промислового підприємства: теорія та методи : монографія. – Харків : Планета-Принт, 2020. – 354 с.
3. Перерва П. Г., Борзенко В. І., Кобєлєва Т. О. Інтелектуальна власність: магістерський курс : підручник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 1002 с.
4. Nagy S., Sikorska M., Pererva P. Current evaluation of the patent with regarding the index of its questionnaire // Сучасні підходи до креативного управління економічними процесами : матеріали 9-ї Всеукр. наук.-практ. конф., 19 квіт. 2018 р. – Київ, 2018. – С. 21–22.
5. Пешков А., Лега О. Аналіз фінансової стійкості вітчизняних підприємств в умовах невизначеності // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С.151–158. – URL: https://doi.org/10.32782/dees.10-27.
6. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.
7. Сіренко І., Лега О. Мінімізація ризиків договірної політики при укладенні ЗЕД-контрактів // Цифрова економіка та економічна безпека. – 2024. – № 1 (10). – С. 159–163. – DOI: https://doi.org/10.32782/dees.10-28.
8. Pererva P. G., Kocziszky G., Szakaly D., Veres Somosi M. (2012) Technology transfer. – Kharkiv-Miskolc, NTU «KhPI», 2012. – 668 p.
9. Балан О. С., Перерва П. Г., Лега О. В. Розвиток методів формування собівартості та ціни науково-інформаційної продукції в системі менеджменту «розумного підприємства» // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. – 2024. – № 9 (199). – С. 72–81. – DOI: 10.20998/2313-8890.2024.09.06.
10. Податкова звітність як стратегічний інструмент ділових комунікацій і прийняття управлінських рішень / Н. Ю. Єршова, О. В. Лега, О. С. Прокопишин та ін. // Актуальні питання економічних наук. – 2025. – № 9. – С. 1–19. – DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14986292.
11. Pererva P. G., Kocziszky G., Somosi Veres M., Kobielieva T. O. (2019) Compliance program : [tutorial]. – Kharkov-Miskolc, LTD «Planeta-prynt», 2019. – 689 p.
12. Канцедал Н. А., Лега О. В., Морозов Є. О. Цифровізація логістики: нові технології для покращення управління та оптимізації // Економічний простір. – 2025. –

№ 199. – С. 45–51. – DOI: https://doi.org/10.30838/EP.199.45-51.

13. Kosenko A. V., Tkachev M. M., Kobieliev V. M., Pererva P. G. (2018) Innovative compliance of technology to combat corruption // Innovative management: theoretical, methodical, and applied grounds / S. M. Illiashenko, W. Strielkowski (eds.). – 1st edition. – Prague, 2018. – P. 285–295.

14. Pererva P. G., Kobielieva T. O., Shaulska L. V. (2023) Entrepreneurial Risks: Essence, Classification and Management Opportunities // Економічний журнал Одеського політехнічного університету. – 2023. – № 1 (23). – С. 43–50. – URL: https://economics.net.ua/ejopu/2023/No1/43.pdf.

УДК 628.9:711.4](477))"366"

КОМФОРТНЕ ОСВІТЛЕННЯ ЯК СТРАТЕГІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ ТА РОЗВИТКУ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Зайцев Микита Сергійович,
Савицький Ярослав Андрійович,
Рудіч Андрій Іванович,
Пасічник Максим Олександрович,
магістранти,
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова;
Герасименко Віталій Анатолійович,
кандидат наук, доцент,
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова
Україна, м. Харків

Анотація. *Сучасне освітлення відіграє ключову роль не лише у забезпеченні зорового комфорту, а й у підтримці циркадних ритмів, настрою, сну та загального здоров'я людини. Концепція Human-Centric Lighting (HCL) та технології LED, диміювання і адаптивні системи керування світлом дозволяють максимально наблизити штучне освітлення до природного, підвищуючи продуктивність і комфорт у житлових, комерційних та громадських приміщеннях. Стандарти WELL, UL та європейські норми враховують фізіологічні та фотобіологічні аспекти освітлення, а інтеграція розумних технологій і штучного інтелекту забезпечує персоналізацію та адаптацію світла під конкретні умови. Комфортне освітлення виступає стратегічним елементом післявоєнної відбудови та розвитку міського середовища, сприяючи безпеці, естетиці та сталому розвитку громадських просторів.*

Ключові слова: *комфортне освітлення, LED-світильники, Human Centric Lighting (HCL), циркадні ритми, колірна температура.*

Abstract: *Modern lighting plays a key role not only in ensuring visual comfort but also in supporting circadian rhythms, mood, sleep, and overall human health. The concept of Human-Centric Lighting (HCL), along with LED technologies, dimming systems, and adaptive lighting controls, allows artificial lighting to closely mimic natural light, enhancing productivity and comfort in residential, commercial, and public spaces. WELL, UL, and European standards take into account the physiological and photobiological aspects of lighting, while the integration of smart technologies and artificial intelligence enables personalized and adaptive lighting tailored to specific conditions. Comfortable lighting serves as a strategic element in post-war reconstruction and urban development, contributing to safety, aesthetics, and the sustainable growth of public spaces.*

Keywords: *comfortable lighting, LED lamps, Human-Centric Lighting (HCL), circadian rhythms, color temperature.*

Протягом багатьох десятиліть штучне освітлення розроблялося переважно з урахуванням потреб людини у виконанні зорових завдань. Водночас сучасні дослідження [1] доводять, що світло впливає не лише на зорове сприйняття, а й на добові ритми, настрій, якість сну, рівень бадьорості та загальний стан здоров'я. Важливо зазначити, що механізми зорового сприйняття та регуляції циркадних ритмів є різними біофізичними процесами. Отримані результати стимулюють виробників освітлювальних систем і фахівців зі світлового дизайну до пошуку рішень, що враховують як ефективність зорової роботи, так і вплив на біологічні ритми людини. Основою якісного проєктування освітлення стає контроль рівня освітленості, спектрального складу, просторового розподілу, часу та тривалості світлового впливу з метою досягнення максимальної користі для організму [2]. На етапі формування комфортного життєвого середовища світло виступає ключовим чинником, який має максимально наближатися до природного, забезпечуючи достатню та водночас комфортну освітленість.

Суттєвими складовими задоволення емоційних потреб людини виступають колірне вирішення та просторове оформлення інтер'єру. Темні відтінки стін і стель значно поглинають світловий потік, що призводить до зниження рівня комфорту, а приміщення, позбавлені колірних акцентів, мають подібний ефект. Колірна палітра впливає на емоційний стан людини, стимулює її та підсилює мотивацію.

Зручне та якісне інтер'єрне освітлення формується завдяки кількох ключовим чинникам: оптимальному рівню яскравості, природній передачі

кольорів, гармонійному поєднанню природного й штучного світла, а також здатності системи адаптуватися до потреб користувачів. Таке поєднання параметрів забезпечує не лише візуальну привабливість простору, але й створює комфортні та сприятливі умови для життя і роботи людини.

Кольорова температура світла має ключове значення для створення потрібної атмосфери в приміщенні. Дослідження показують, що холодні світлові відтінки (5000–6500 K) сприяють підвищенню концентрації та продуктивності, тому їх часто застосовують в офісах і навчальних закладах. Натомість теплі відтінки (2700–3000 K) формують відчуття затишку та спокою, роблячи їх ідеальним вибором для зон відпочинку чи спалень.

LED-світильники стали ключовим елементом сучасного інтер'єрного освітлення завдяки високій енергоефективності, тривалому терміну служби та можливості регулювати колір і яскравість світла. Крім того, LED-технології дозволяють виготовляти світильники різних форм і розмірів, часто з функцією зміни кольору, що забезпечує значну свободу в дизайні інтер'єру.

Human Centric Lighting (HCL) – це сучасна концепція освітлення, яка фокусується не лише на забезпеченні візуального комфорту, а й на підтримці здоров'я та благополуччя людини шляхом відтворення динаміки природного денного світла в повсякденному житті та роботі. Завдяки підтримці циркадного ритму HCL сприяє підвищенню концентрації та продуктивності. Зважаючи на численні переваги, освітлення, орієнтоване на людину, застосовується у різноманітних сферах, включаючи комерційні та промислові приміщення, офіси та житлові будинки (рис. 1).

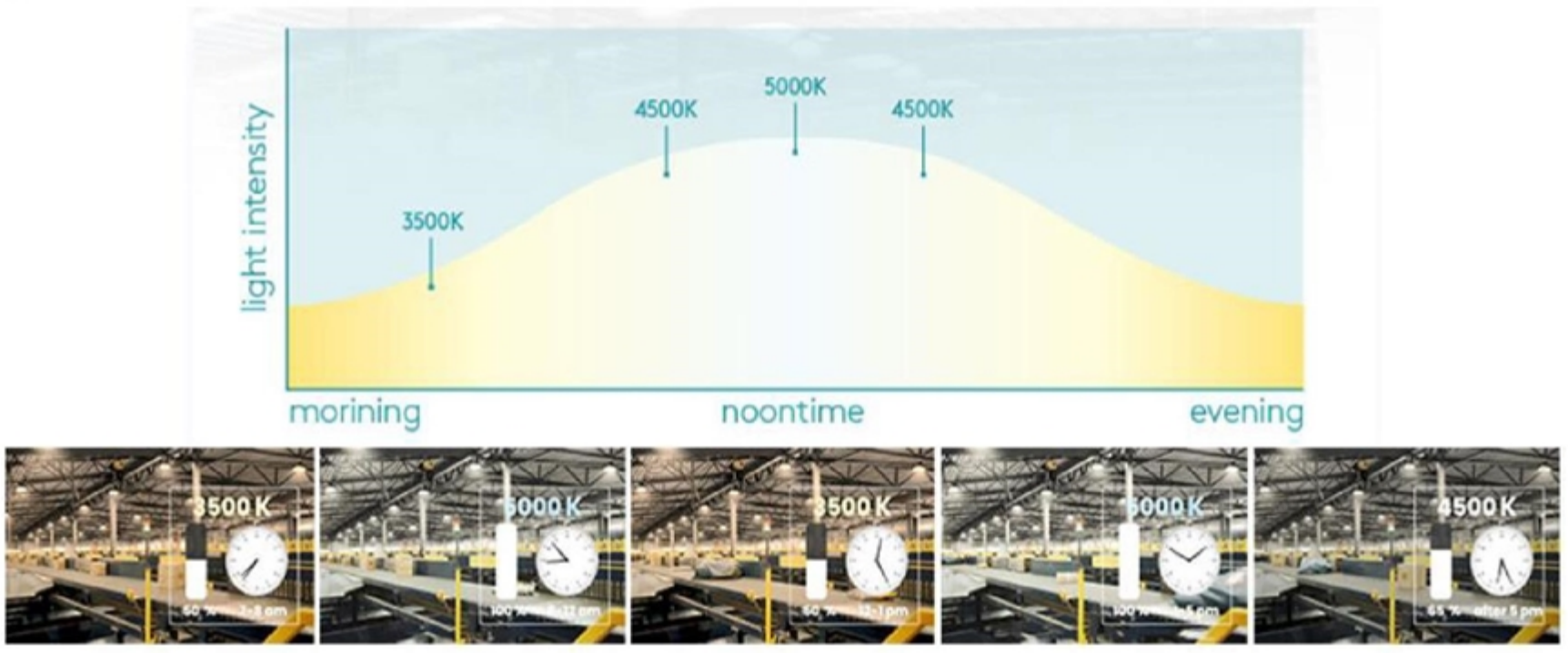

Рис. 1. Використання HCL на прикладі комерційного приміщення

Доктор David H. Sliney [3] підкреслює важливість максимально наближеного до природного світла освітлення, рекомендуючи використовувати світлодіодні джерела з біологічно безпечним спектром, що наближений до сонячного.

Для сприяння здоровому способу життя Американський інститут сертифікації зеленого будівництва (IWBI) розробив стандарт WELL [4]. Впроваджений у систему сертифікації LEED, він встановлює вимоги до організації інтер'єрів відповідно до медико-санітарних норм. Згідно зі стандартом, будівлі оцінюються за сімома критеріями: освітлення, комфорт, якість повітря, вода, харчування, фізичний стан людини та емоційний стан.

Освітлення займає провідне місце у стандарті WELL, оскільки інтенсивність світла впливає на біологічні ритми і, відповідно, на працездатність людини. WELL Building Standard передбачає врахування більш широкого спектру фізіологічних та фотобіологічних аспектів освітлення у порівнянні зі стандартними рекомендаціями. Крім гостроти зору та запобігання відблискам, увага приділяється й функції гангліозних клітин ipRGCs, які впливають як на сприйняття зображення, так і на регуляцію циркадних ритмів.

Міжнародний стандарт WELL визначає мінімальні вимоги до освітлення, спираючись на спектральну чутливість меланопсину в організмі людини. Для оцінки оптимального циркадного стимулу використовується концепція еквівалентного меланопічного люкса (EML), що дозволяє встановлювати відповідні рівні освітленості (рис. 2).

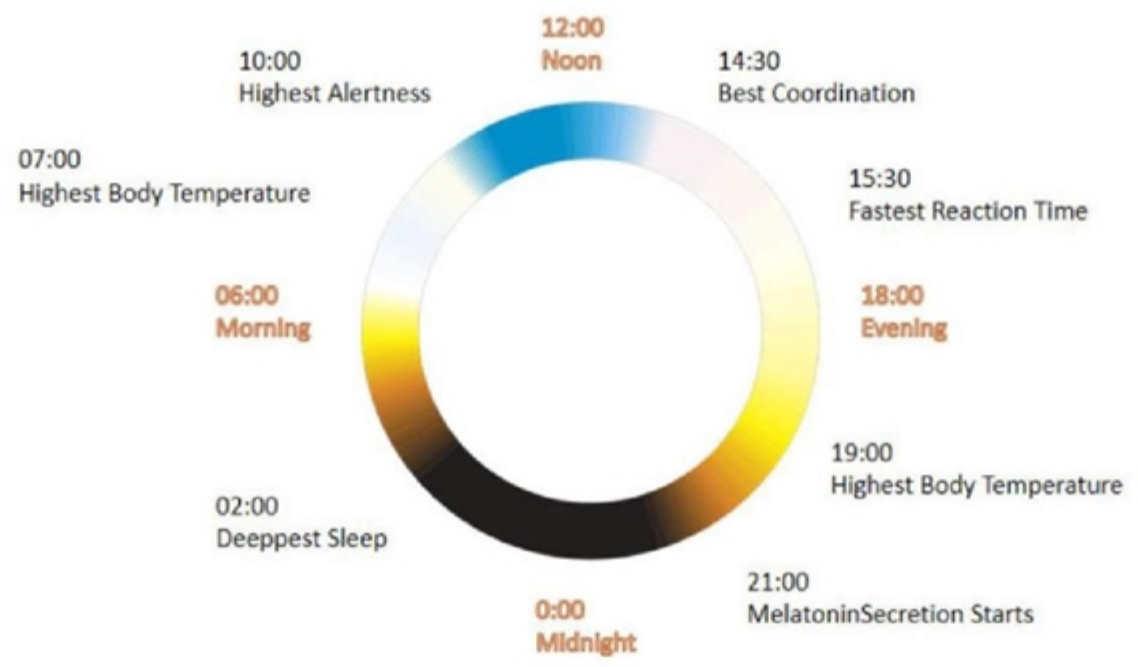

Рис. 2. Природне денне світло та здорові циркадні ритми людини

У 2020 році компанія UL Solutions опублікувала рекомендації з проєктування, які спрямовані на досягнення орієнтованих на людину цілей освітлення, а також допомагають власникам будівель враховувати циркадні ритми, забезпечуючи високоякісне та комфортне світло. Стандарт UL 24480 [5] застосовується для проєктування освітлення в будівлях і розроблений для підтримки циркадного ритму людей, активних вдень і відпочиваючих уночі.

Європейські стандарти, такі як EN 12464-1:2021 [6] та DIN/TS 67600:2021 [7], також передбачають, що освітлення має бути налаштоване відповідно до індивідуальних потреб користувачів.

На сьогодні можна стверджувати, що з'явилася реальна можливість регулювати зорові навантаження завдяки сучасним технологічним рішенням, що поступово дозволяють наблизити освітлення до спектру природного сонячного світла. Серед них технологія диміювання (Dim-to-Warm, Philips Warm Glow, Tunable White) [8]. Технології Dim-to-Warm та її аналог Philips Warm Glow дозволяють змінювати колірну температуру та інтенсивність світла в діапазоні 1800–3000 K, імітуючи ефект диміювання галогенних ламп розжарювання (рис. 3). Ці рішення широко застосовуються в домашніх світильниках, світлодіодних стрічках та точкових стельових світильниках, призначених для зон відпочинку. Залежно від вартості світильника, у ньому можуть використовуватися від двох світлодіодів (1800 і 3000 K з CRI>90) до шести типів (2700 K, червоні та інші кольори і спектри), що дозволяє під час диміювання формувати криву світла, максимально наближену до теплового джерела.

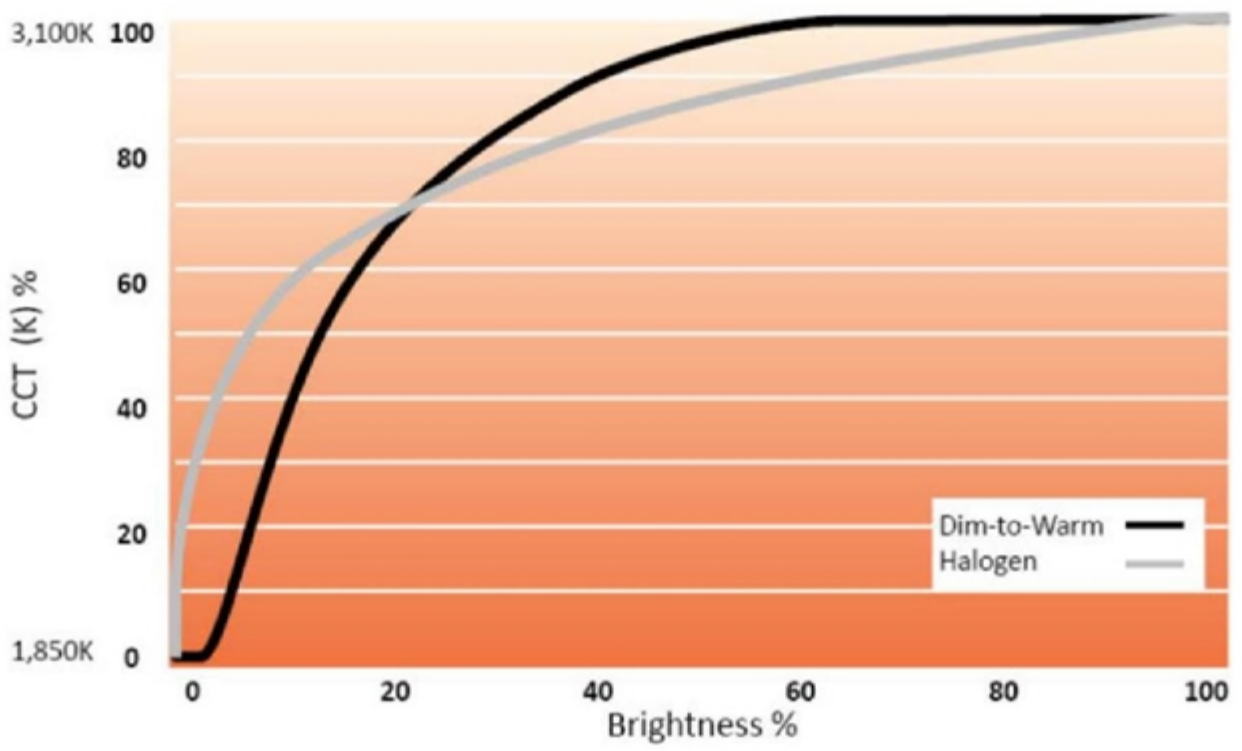

Рис. 3. Графік диміювання галогенної лампи розжарювання та типовий графік для світлодіодних світильників за технологією Dim-to-Warm

У приміщеннях із постійною присутністю людей, що займаються виробничою діяльністю, застосовується технологія димiювання Tunable White, яка дозволяє змінювати колірну температуру джерела світла в діапазоні приблизно 1800–10000 K. Зазвичай практичний діапазон становить 2700–6500 K. Подібно до технології Dim-to-Warm, у базовому варіанті використовуються два типи світлодіодів (2700 і 5000 K) з CRI>90 і 2–3 кроки MacAdam, розташовані на платі, COB (Chip-on-Board) або світлодіодній стрічці. На рис. 4 показано графік координат кольоровості такого рішення та лінію, за якою відбувається зміна колірної температури під час димiювання. Ця лінія між 2700 і 5000 K проходить трохи нижче кривої випромінювання чорного тіла, що є прийнятним для широкого використання в освітлювальних приладах.

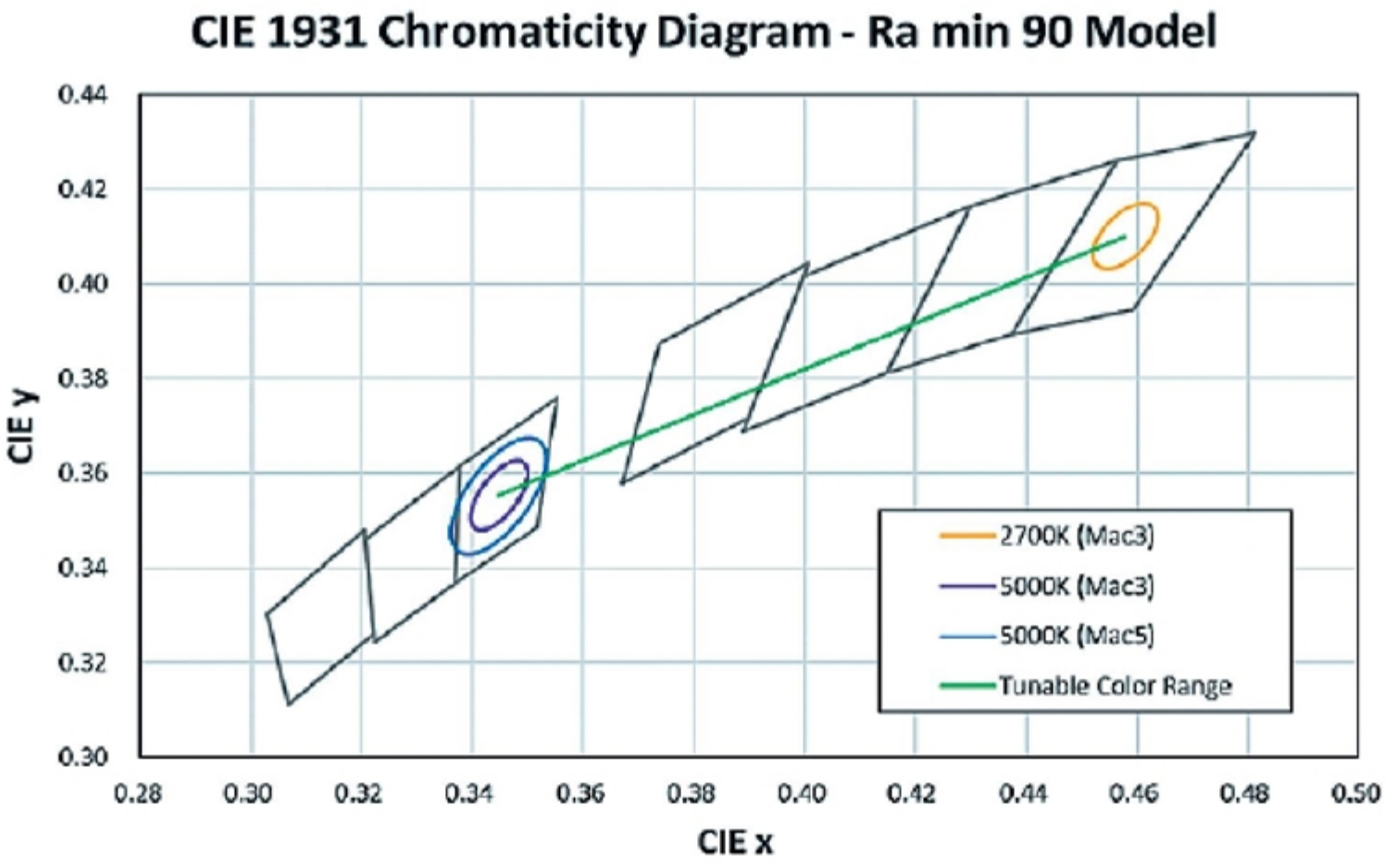

Рис. 4. Графік димiювання Tunable White

У найсучасніших світильниках застосовується не два, а щонайменше чотири типи світлодіодів, зокрема на 3000 і 4000 K з CRI>90 і 2–3 кроки MacAdam. Використання чотирьох типів діодів під час димiювання дозволяє максимально наблизити криву світлового потоку до лінії випромінювання чорного тіла, забезпечуючи високу якість світла та його максимальну схожість із природним освітленням.

Ідеальним спектром освітлення у концепції HCL вважається спектр, який максимально відтворює сонячне світло біля поверхні Землі у безхмарний день, з урахуванням часу доби та пори року. Нині більшість

світильників забезпечують спектр видимого світла у діапазоні 380–780 нм, не враховуючи вплив невидимих для ока довжин хвиль, які, проте, впливають на організм, що підтверджують наукові дослідження [9]. Для оцінки інтенсивності штучного освітлення при заданій колірній температурі виробники часто користуються кривою комфорту Круітхофа (рис. 5).

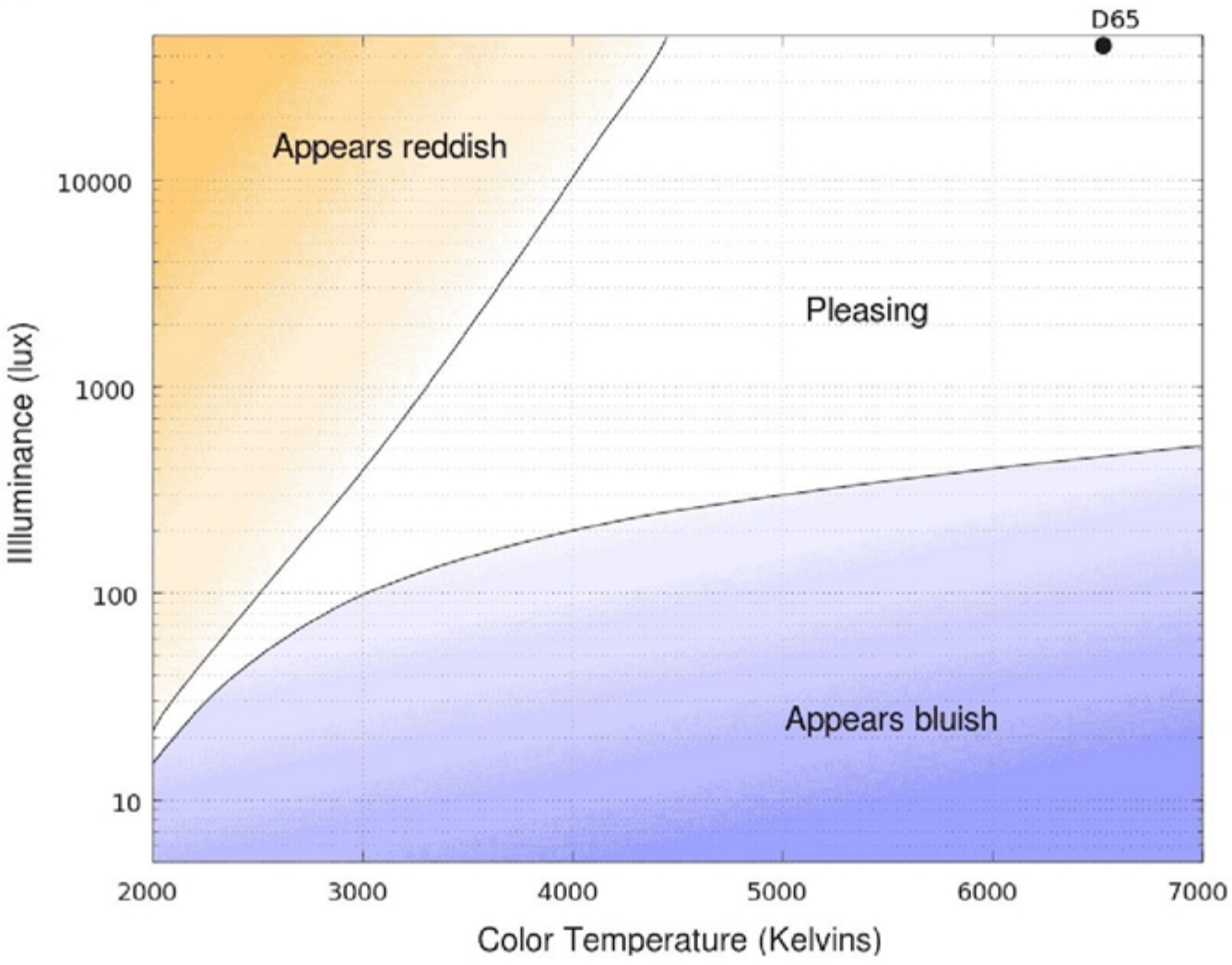

Рис. 5. Крива Круітхофа – залежність колірної температури від інтенсивності світла у приміщенні зі штучним світлом

Одним із найскладніших завдань є створення світильника зі спектром, який динамічно змінюється відповідно до біологічного годинника людини. Важливо зазначити, що кожен виробник біодинамічних світильників по-своєму інтерпретує результати власних експериментів, тому очікувати однакового спектра від усіх світильників одночасно було б неправильно.

Робота світильників за попередньо заданим сценарієм є найзручнішим і простим способом створення комфортного освітнього середовища. Розумні світильники або системи керування світлом оснащені контролерами, куди можна ввести географічні координати; система автоматично визначає час сходу та заходу сонця та налаштовує відповідну колірну температуру, спектр і інтенсивність світла, забезпечуючи

ефективну роботу працівників на робочих місцях або комфортні умови для дітей у школах і садочках.

Подібні централізовані системи керування освітленням пропонують численні компанії у світі. Багато з них надають не лише шлюзи (контролери) для налаштування та синхронізації світильників або блоків живлення з системами автоматизації будівлі, а й комплексні програмні рішення для диспетчеризації. Це включає шафи освітлення з контролерами верхнього рівня, які обробляють дані зовнішніх датчиків і керують виконавчими механізмами, наприклад, для автоматичного відкривання чи закривання жалюзі та штор у приміщенні.

Усі системи, що працюють за заздалегідь визначеними сценаріями без зворотного зв'язку, тобто без інформації про реальні умови за вікном – сонячно, хмарно, дощ, сніг, пил, вітер тощо – налаштовані на ідеальні умови. У таких випадках у непередбачуваних ситуаціях людям у приміщенні може бути некомфортно. В концепції HCL система управління має враховувати реальний час і умови у конкретній точці планети, тому сучасні HCL-системи обов'язково оснащуються різноманітними датчиками всередині та зовні приміщення.

Для забезпечення максимального комфорту, крім стандартних датчиків освітленості, колірної температури та спектрометрів на великих об'єктах, часто встановлюють метеостанції для вимірювання атмосферного тиску, швидкості вітру та вологості, що дозволяє передбачати зміни і плавно коригувати роботу освітлювальної системи. Сучасні варіанти таких систем навіть замінюють традиційні датчики відеокамерами високої роздільної здатності, які відстежують присутність та поведінку людей у приміщенні. Штучний інтелект обробляє ці дані, формує індивідуальний світловий профіль і адаптує освітлення під конкретну людину.

Інновації у сфері освітлення продовжують активно розвиватися, відкриваючи нові можливості для створення комфортних та адаптивних інтер'єрів. Завдяки впровадженню розумних технологій, інтегрованих із іншими системами будівлі, а також зростанню усвідомлення впливу світла на здоров'я людини, майбутнє інтер'єрного освітлення виглядає дуже перспективним. Основні напрямки розвитку включають вдосконалення інтелектуальних систем, підвищення екологічності та персоналізацію освітлення під потреби користувачів.

Також очевидною є потреба у поглиблених дослідженнях механізмів впливу світла певного спектра на зорову систему людини. Це дасть змогу одночасно вирішувати дві важливі задачі – підвищувати

енергоефективність і створювати безпечні та комфортні умови для тривалої роботи за підвищених зорових навантажень.

Можна стверджувати, що комфортне освітлення виступає ключовим стратегічним елементом у процесі післявоєнної відбудови та розвитку міського середовища. Воно не лише забезпечує зоровий комфорт і підтримку біологічних ритмів мешканців, а й сприяє підвищенню безпеки, покращенню естетичного вигляду та створенню психологічно приємного середовища у містах. Впровадження сучасних технологій, інтелектуальних систем управління світлом і підходів HCL дозволяє проєктувати інтер'єри та громадські простори, які враховують індивідуальні потреби людей, стимулюють продуктивність і відновлюють гармонію між природними та штучними джерелами світла, що є важливою складовою сталого та комфортного розвитку міського простору.

Список бібліографічних посилань

1. Houser, K. W., Boyce, P. R., Zeitzer, J. M. & Herf, M. (2021) Human-centric lighting: Myth, magic or metaphor? // Lighting Research and Technology, 53 (2), pp. 97–118. URL: https://doi.org/10.1177/1477153520958448.

2. Halper M. Human-centric lighting in the workplace: It's not just about color temperature // LEDs Magazine. 2017. Vol. 14. P. 21–28.

3. Karl Schulmeister, John O'Hagan, David Sliney. Lamp and LED safety – classification vs. realistic exposure analysis. Conference: ILSC 2019: Proceedings of the International Laser Safety Conference. DOI: 10.2351/1.5118592.

4. WELL Building Standard. URL: https://standard.wellcertified.com.

5. UL Publishes Lighting Design Guideline for Circadian Entrainment. URL: https://www.ul.com/news/ul-publishes-lighting-design-guideline-circadian-entrainment.

6. European Committee for Standardization 2021 European Norm (EN) 12464-1:2021 Light and lighting – Lighting of work places – Part 1: Indoor work places European Committee for Standardization Brussels Belgium.

7. German Institute for Standardization 2021 DIN DIN/TS 67600:2021-10 Complementary criteria for lighting design and lighting application with regard to non-visual effects of light German Institute for Standardization Berlin Germany.

8. Dim To Warm Explained. URL: https://www.thelightsource.co.uk/info/lighting-guide/technical-lighting-guides/dim-to-warm-explained#dimming_types.

9. Yang Chaopu, Wenqing Fang, Zhang Guochun. Design and study of multifunctional illumination sensors based on spectral analysis // Optik. 242(18):167204. DOI: 10.1016/j.ijleo.2021.167204.

10. The role of lighting design in creating comfortable and secure spaces. URL: https://www.swecogroup.com/topical/architecture/the-role-of-lighting-design-in-creating-comfortable-and-secure-spaces.

Наукове видання

Винахідники і науковці: разом до Перемоги

Матеріали науково-практичної конференції
(Харків, 19 вересня 2024 року)

Редактор *С. М. Миценко*

Формат 60×90/8. Ум. друк. арк. 31,7. Обл.-вид. арк. 11,2.
Харківська державна наукова бібліотека ім. В. Г. Короленка
пров. Короленка, 18, м. Харків, 61003, Україна
E-mail: info@korolenko.kharkov.com